



Escola Politècnica Superior  
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## CIÈNCIES I TECNOLOGIES DE L'EDIFICACIÓ TREBALL DE FI DE GRAU

### MILLORA DE LES CONDICIONS DE CONFORT DE LA CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL DE SENEGAL

Amb la col·laboració de



**Projectista/es:** Patricia Font Martin

**Director/s:** Antoni Caballero Mestres

Licinio José Alfaro Garrido

**Convocatòria:** Desembre 2014, Q. TARDOR curs 15-16



## ÍNDEX

### MEMÒRIA

#### A. ESTAT DE L'ART

- 1.INTRODUCCIÓ
- 2.AFRICA
- 3.SENEGAL
- 4.PAIS BASSARI
- 5.PANORAMA AMBIENTAL ACTUAL
- 6.MATERIALS CONSTRUCTIUS
- 7.CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL A PAIS BASSARI
- 8.CONSTRUCCIÓ ACTUAL A PAIS BASSARI
- 9.CONSIDERACIONS I PROBLEMÀTIQUES

#### B. FORMULACIÓ DE LA PROPOSTA

- 10.POSTURA BIOCLIMÀTICA
- 11.UTILITAT, FUNCIONALITAT I US
- 12.TREBALL DE CAMP A SENEGAL
- 13.NOVES LINIES DE TREBALL I RECERCA
- 14.CONCLUSIONS

### ANNEXES

- ANNEXE 1 – METEONORM: Dades meteorològiques
- ANNEXE 2 – ANÀLISIS DE LA CONSTRUCCIÓ PROPERA A PAIS BASSARI
- ANNEXE 3 – MATERIALS TRADICIONALS
- ANNEXE 4 – NOUS MATERIALS
- ANNEXE 5 – POSTA EN OBRA
- ANNEXE 6- ACV, Anàlisi del Cicle de Vida
- ANNEXE 7 – ANÀLISI AMB DESIGN BUILDER
- ANNEXE 8 – UTILITAT
- ANNEXE 9 – FUNCIONALITAT
- ANNEXE 10 – US
- ANNEXE 11 – TREBALL DE CAMP A SENEGAL







Escola Politècnica Superior  
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## CIÈNCIES I TECNOLOGIES DE L'EDIFICACIÓ TREBALL DE FI DE GRAU

### MILLORA DE LES CONDICIONS DE CONFORT DE LA CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL DE SENEGAL

# MEMÒRIA



Centre de Cooperació  
per al Desenvolupament de la UPC



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH



Instituto Jane Goodall

**Projectista/es:** Patricia Font Martin

**Director/s:** Antoni Caballero Mestres

Licinio José Alfaro Garrido

**Convocatòria:** Desembre 2014, Q. TARDOR curs 15-16



## RESUM

Aquest document pretén ser un estudi de les diferents tipologies constructives que s'han detectat al sud Senegal, concretament a País Bassari, tan tradicionals com de nova construcció, per tal de poder analitzar-les i proposar estratègies a diferents nivells, vegis: bioclimatisme, nova i apropiada tecnologia constructiva, nous materials, entre d'altres.

Per determinar el nostre punt de partida i poder començar un camí cap a la proposta de millores s'han utilitzat diversos programes i bases de dades:

*Meteonorm* – Base de dades climàtiques

*Simapro* – ACV, Anàlisi del Cicle de vida – Impacte ambiental – Ecoinvent 3

*Autodesk Ecotect Analysis* – Simulació energètica –Ep+

*Design Builder* – Simulació dinàmica – Ep+

Així com un desplaçament a terreny (*Regions de Ziguinchor, Kolda, Tambacounda i Kédougou*) per a justificar en primera persona aquests punts de partida que havíem definit de manera teòrica i aproximada.

S'han detectat punts febles en les diferents construccions analitzades als quals se'ls ha intentat donar resposta establint uns conceptes "bàsics" d'aplicació a les posteriors construccions.

De manera clara s'ha de procurar un retorn a la construcció amb materials autòctons, aquells que de manera comú entenem com a "materials orgànics" ja que són respectuosos amb el medi, amb un impacte ambiental sinó nul, molt petit, i amb un impacte visual completament harmònic.

Optimitzant les seves prestacions i/o treballant sobre la seva preservació i manteniment aconseguirem una vida útil més elevada sense construir abusant de nous materials que en excés trenquen el mimetisme amb la natura, que en excés i donat els seus processos d'extracció i transport comporten un impacte ambiental molt elevat, que en excés fa que es perdi una tradició constructiva que resol d'una manera bastant eficient moltes de les problemàtiques que s'han plantejat i que intenten solventar amb zinc i ciment.

Es creu necessari una recopilació de tècniques i tecnologies constructives que s'han perdut amb el temps, com és el cas de la *Maison Impluvium*, per exemple, i la difusió d'aquestes entre els constructors autòctons.

I així, potenciar una tipologia de *Maisons* que higrotèrmicament funcionen molt bé, podent arribar a optimitzar aquests resultats amb una millor praxis, amb una tecnologia més apropiada, i amb l'aplicació de conceptes bioclimàtics que s'han perdut al llarg de tot aquest procés evolutiu cap a les construccions "grises", ja que algunes de les estratègies bioclimàtiques ja eren d'aplicació en les primeres construccions, tot i que sense la tecnologia apropiada no eren perfectament resolutives.

Es poden determinar diferents camins que ens permeten aconseguir una millora de les condicions de confort de la construcció tradicional de Senegal, concretament a País Bassari, al sud – est del país, d'una manera sostenible, i respectuosa amb el medi ambient de manera global, amb l'entorn de manera local i amb la gent autòctona.

## SUMMARY

This document tries to be a study of different types of construction that have been detected in southern Senegal, particularly in Bassari Country; traditional construction and also new construction, in order to analyze them and propose some strategies at different levels like bioclimatism, new and appropriate building technologies, new materials application, among others.

To determinate our starting point and begin a new path to improvement proposals several programs and data base have been used:

*Meteonorm* – Database weather

*SimaPro* – LCA, Life cycle Analysis – environmental impact – Ecoinvent 3

*Autodesk Ecotect analysis* – Simulation & energy – Ep+

*Deign Builder* – Dynamic Simulation – Ep+

As well as a moving to Senegal (Ziguinchor, Kolda, Tamabounda and Kédougou regions) to justify these starting points in person which had been defined in a theoretical and approximate way.

Weaknesses have been identified in different buildings which were analyzed and we tried to respond by establishing “basic” concepts to apply in new constructions.

Clearly, there must be a return to build with local materials, those which understand as “organic materials”, because they are environmentally friendly, with a small or zero environmental impact, and a completely harmonious visual impact.

Optimizing their benefits and/or working on the preservation and maintenance achieve a higher life, not building with new materials that excess involves a break nature mimicry, which in excess of its extraction and transport processes involves a high environmental impact, which in excess causes it to lose a traditional construction that solves a fairly efficient a large number of the problems that they try to solve with cement and zinc.

Felt to be necessary a collection of techniques and building technologies that have been lost over time, such as the *Maison Impluvium*, for example, and the diffusion of these among local builders.

So, promote a type of *Maisons* those work very well higrthermically, being able to optimize these results with a best practice, a more appropriate technology, and the application of bioclimatic concepts that have been lost through the process evolving into “gray” buildings because, despite the introduction of new strategies, many others were already applied in the firsts buildings there, but not optimally.

We can determine the different ways that we can achieve an improvement in comfort conditions of traditional Senegalese construction, particularly in Bassari country, in the south-east area, in a sustainable and respectful way with the environment, people and beliefs.

## ÍNDIX

<b>RESUM</b> .....	<b>1</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>2</b>
<b>ÍNDIX</b> .....	<b>3</b>
<b>GLOSSARY</b> .....	<b>5</b>
<b>LLISTA DE FIGURES</b> .....	<b>7</b>
<b>LLISTA DE TAULES</b> .....	<b>8</b>
<b>PREFACI</b> .....	<b>9</b>
<b>PREFACE</b> .....	<b>10</b>
<b>1 INTRODUCCIÓ</b> .....	<b>11</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>12</b>
<b>A. ESTAT DE L'ART</b> .....	<b>13</b>
<b>2 AFRICA</b> .....	<b>13</b>
2.1 GEOGRAPHY.....	13
2.2. HUMAN GEOGRAPHY.....	14
2.3. WEATHER.....	15
<b>3 SENEGAL</b> .....	<b>16</b>
3.1. LOCALIZATION DATA.....	16
3.2. HISTORY.....	16
3.3. LANGUAGE AND RELIGION.....	17
3.4. PHYSICAL GEOGRAPHY.....	17
3.5. NATURAL PARKS.....	17
3.6. WEATHER.....	18
<b>4 PAYS BASSARI</b> .....	<b>21</b>
4.1. LOCALIZATION DATA.....	21
4.2. GEOGRAPHICAL DESCRIPTION.....	21
4.3. FAUNA & FLORA.....	22
4.4. WEATHER.....	23
4.5. ETHNIC GROUPS.....	23
<b>5 PANORAMA AMBIENTAL ACTUAL</b> .....	<b>33</b>
5.1. RECURSOS NATURALS.....	33
5.2. MEDI AMBIENT.....	33
<b>6 MATERIALS CONSTRUCTIUS</b> .....	<b>35</b>
6.1. COMPARATIVA ENTRE MATERIALS TRADICIONALS I NOUS MATERIALS CONSTRUCTIUS.....	35
<b>7 CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL A PAIS BASSARI</b> .....	<b>39</b>
7.1. CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL A PAÍS BASSARI.....	39
7.2. COMPARATIVA DE LES TECNOLOGIES CONSTRUCTIVES TRADICIONALS SEGONS LA REGIÓ.....	40

<b>8 CONSTRUCCIÓ ACTUAL A PAÍS BASSARI .....</b>	<b>43</b>
8.1. LA VOLUNTAT D'UN CANVI .....	43
8.2. PLANTEJAMENT DEL CANVI .....	44
8.3. ACCIONS DE CANVI .....	45
<b>9 CONSIDERACIONS I PROBLEMÀTIQUES .....</b>	<b>49</b>
9.1. CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL .....	49
9.2. CONSTRUCCIÓ ACTUAL.....	50
<b>B. FORMULACIÓ DE LA PROPOSTA.....</b>	<b>53</b>
<b>10 POSTURA BIOCLIMÀTICA .....</b>	<b>53</b>
10.1. CONFORT .....	53
10.2. NIVELL DE CONFORT .....	54
10.3. A ASSOLIR .....	54
<b>11 UTILITAT, FUNCIONALITAT I ÚS .....</b>	<b>55</b>
11.1. UTILITAT.....	55
11.2. FUNCIONALITAT.....	56
11.3. ÚS.....	66
<b>12 TREBALL DE CAMP A SENEGAL .....</b>	<b>69</b>
<b>13 NOVES LÍNIES DE TREBALL I RECERCA.....</b>	<b>69</b>
<b>14 CONCLUSIONS.....</b>	<b>71</b>
<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>73</b>
<b>15 BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>75</b>
<b>16 AGRAÏMENTS .....</b>	<b>81</b>
<b>ACKNOWLEDGMENTS .....</b>	<b>82</b>

## GLOSSARY

### ADMITTANCE

The thermal admittance of a material, such as a building fabric, is a measure of the ability of a material to transfer heat in the presence of a temperature difference on opposite sides of the material. Thermal admittance is measured in units of Watts per unit area (meters) per temperature change (K). Thermal admittance of a building fabric affects a building's thermal response to variation in outside temperature.

### ASHARE

(Formerly the American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers), founded in 1894, is a building technology society with more than 54,000 members worldwide. The Society and its members focus on building systems, energy efficiency, indoor air quality, refrigeration and sustainability within the industry.

### EMISSIVITY

The ratio of energy emitted by an object to the energy emitted by a blackbody at the same temperature. The emissivity of an object depends upon its material and surface texture; a polished metal surface can have an emissivity around 0.2 and a piece of wood can have an emissivity around 0.95.

### ENERGY

In the simplest terms, energy is the ability to perform work. It may exist in several forms, such as heat energy, mechanical energy, chemical energy, or electrical energy, and may be changed from one form to another.

### DATABASE

A file created by a database manager that contains a collection of information organized into records, each of which contains labeled categories (called fields).

### DENSITY, ABSOLUTE

The density, or more precisely, the volumetric mass density, of a substance is its mass per unit volume. The symbol most often used for density is  $\rho$ . Mathematically, density is defined as mass divided by volume. Expressed usually in kg/m<sup>3</sup>.

### HEAT CAPACITY

The amount of heat necessary to raise the temperature of a given mass one degree. Numerically, the mass multiplied by the specific heat.

### HUMIDITY, ABSOLUTE

Absolute humidity is the total amount of water vapor present in a given volume of air. It does not take temperature into consideration. Absolute humidity in the atmosphere ranges from near zero to roughly 30 grams per cubic meter when the air is saturated at 30 °C.<sup>[4]</sup>

Absolute humidity is the mass of the water vapor, divided by the volume of the air and water vapor mixture.

### HUMIDITY, RELATIVE

The relative humidity of an air-water mixture is defined as the ratio of the partial pressure of water vapor (H<sub>2</sub>O) in the mixture to the saturated vapor pressure of water at a given temperature. Thus the relative humidity of air is a function of both water content and temperature.

Relative humidity is normally expressed as a percentage

### OPERATIVE TEMPERATURE

Some references also use the terms 'equivalent temperature' or 'effective temperature' to describe combined effects of convective and radiant heat transfer.

In architecture, operative temperature can be defined as the average of the mean radiant and ambient air temperatures, weighted by their respective heat transfer coefficients

#### SOLAR GAIN

Solar gain (also known as solar heat gain or passive solar gain) refers to the increase in temperature in a space, object or structure that results from solar radiation. The amount of solar gain increases with the strength of the sunlight, and with the ability of any intervening material to transmit or resist the radiation.

#### SPECIFIC HEAT (Cp)

The ratio of the amount of heat required to raise a mass of material 1 degree in temperature to the amount required to raise an equal mass of reference substance, usually water, 1 degree in temperature.

#### SPECIFIC CONDUCTANCE

Measures the ability of a water to conduct electricity. Conductivity increases with total dissolved solids and is therefore used to estimate dissolved solids present in the water

#### THERMAL COMFORT

Thermal comfort is the condition of mind that expresses satisfaction with the thermal environment and is assessed by subjective evaluation (ANSI/ASHRAE Standard 55).[1]Maintaining this standard of thermal comfort for occupants of buildings or other enclosures is one of the important goals of HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) design engineers.

#### THERMAL CONDUCTIVITY

In physics, thermal conductivity (often denoted  $k$ ,  $\lambda$ , or  $\kappa$ ) is the property of a material to conduct heat. It is evaluated primarily in terms of Fourier's Law for heat conduction.

Heat transfer occurs at a higher rate across materials of high thermal conductivity than across materials of low thermal conductivity. Correspondingly materials of high thermal conductivity are widely used in heat sink applications and materials of low thermal conductivity are used as thermal insulation. Thermal conductivity of materials is temperature dependent. The reciprocal of thermal conductivity is called thermal resistivity.

#### THERMAL EQUILIBRIUM

Thermal equilibrium is the relationship between two isolated systems the states of which are such that no net transfer of energy would occur between them if they were connected by a diathermic wall.

#### TRANSMITTANCE

A third term, thermal transmittance, quantifies the thermal conductance of a structure along with heat transfer due to convection and radiation. It is measured in the same units as thermal conductance and is sometimes known as the composite thermal conductance. The term U-value is often used.

VENTILATION: The process of supplying or removing air by natural or mechanical means, to or from a space; such air may or may not have been conditioned.

#### VENTILATION, NATURAL

Natural ventilation is the process of supplying and removing air through an indoor space without using mechanical systems. It refers to the flow of external air to an indoor space as a result of pressure or temperature differences

#### VENTILATION, WIND DRIVEN

Wind driven ventilation can be classified as cross ventilation and single-sided ventilation. Wind driven ventilation depends on wind behavior, on the interactions with the building envelope and on openings or other air exchange devices such as inlets or chimneys.

**[Dictionary] Technical English Dictionary for Engineers**

<http://www.engineering-dictionary.org/>



## LLISTA DE FIGURES

Figure 2.1.1. African geographical classification .....	13
Figure 2.3.1. Climatical classification according Koopen .....	15
Figure 3.1.1. Geolocalization of Senegal. ....	16
Figure 3.5.1. Natural parks in Senegal .....	17
Figure 3.6.1. Climatical classification of Senegal. ....	18
Figure 4.1.1. Localization of Bassari Country .....	21
Figure 4.2.1. Ane mountains and Bandafassi plane. ....	21
Figure 4.2.2. Bedik mountain and Bandafassi plane. ....	22
Figure 4.2.3. Peul mountain and Dindéfélo plane. ....	22
Figure 4.3.1. Adansonia digitata, Bhohe [pular] Baobab .....	22
Figure 4.5.1. Localization of villages .....	23
Figura 4.5.1.1. Màscares d'iniciació Bassari. ....	24
Figura 4.5.1.2. Il·lustració d'un assentament del poble Bassari. ....	24
Figura 4.5.1.3. Assentament Bassari .....	25
Figura 4.5.1.4. Detall del mur de pedra. ....	25
Figura 4.5.1.5. Detall de la confecció del mur. ....	25
Figura 4.5.1.6. Construcció tradicional Bassari .....	26
Figura 4.5.2.1. Assentament Bedik .....	27
Figura 4.5.2.2. Assentament tradicional Bedik .....	28
Figura 4.5.2.3. Construcció auxiliar. ....	28
Figura 4.5.2.4. Construcció tradicional Bedik .....	28
Figura 4.5.2.5. Construcció d'un mur. ....	29
Figura 4.5.3.1. Grup de nenes Fulani .....	30
Figura 4.5.3.2. Panoràmica de la plana de Dindéfélo .....	30
Figura 4.5.3.3. Esbós d'una construcció típica fulani. ....	30
Figura 4.5.3.4. Construcció tradicional Fulani. ....	31
Figura 4.5.3.5. Construcció tradicional Fulani amb doble mur .....	31
Figura 4.5.3.6. Construcció tradicional Fulani. ....	31
Figura 6.1.1. Panoràmica Sabana .....	37
Figura 6.1.1. Canyes de bambú silvestre. ....	37
Figura 7.3.1. Construcció Bassari .....	41
Figura 7.3.2. Construcció Bedik .....	41
Figura 7.3.3. Construcció Peul .....	41
Figura 7.3.4. Assentament proper a Tambacounda .....	41
Figura 7.3.5. Construcció a la regió de Ziguinchor. ....	41
Figura 8.3.1.1. Detall de l'estructura de la coberta. Unions clavades. ....	45
Figura 8.3.3.1. Construcció de coberta amb xapes de zinc. ....	46
Figura 8.3.3.2. Fonaments de la construcció actual realitzada per ONGD .....	47
Figura 8.3.3.3. Filtracions per capil·laritat en mur de fàbrica d'adob .....	47
Figura 8.3.3.4. Construcció amb bloc de formigó .....	48
Figura 9.2.1. Dona tamisant sorra per la composició dels blocs. ....	50
Figura 10.1.1. Classificació dels tipus de confort .....	53
Figura 10.2.1. Classificació dels elements de desconfort en la construcció actual de País Bassari .....	54
Figura 11.2.2.1. Comparació dels sistemes muraris .....	59
Figura 11.2.2.2. Comparació dels sistemes de coberta .....	59
Figura 11.2.3.1. Esquema ubicació .....	60
Figura 11.2.3.2. Solucions a l'escorrentia de l'aigua de pluja .....	60
Figura 11.2.3.3. Plantes rectangulars .....	60
Figura 11.2.3.4. Esquemes d'espais entremitjos .....	61

Figura 11.2.3.5. Esquema de ventilació creuada .....	61
Figura 11.2.3.6. “Muro conejero” .....	62
Figura 11.2.3.7. Condicionants de les obertures. ....	62
Figura 11.2.3.8. Esquema de la Maison Impluvium.....	62
Figura 11.2.3.9. Casa impluvium, coberta interior. ....	62
Figura 11.2.3.10. Casa impluvium. Estructura de coberta.....	62
Figura 11.2.3.11. Esbòs a mà alçada de la secció constructiva de la proposta .....	64
Figura 11.3.1.1. Model utilitzat per a la simulació. ....	66
Figura 11.3.1.2. Detall a mà alçada d’una finestra .....	67
Figura 11.3.1.3. Esquema de ventilació i protecció solar .....	67

## LLISTA DE TAULES

Taula 6.1.1. Taula resum comparativa entre els materials i productes constructius tradicionals i els nous materials constructius. ....	35
Taula 6.1.2. Relació de propietats dels materials.....	35
Taula 7.1. Comparativa dels diferents sistemes constructius dins de País Bassari .....	39
Taula 7.3.1. Comparativa de la construcció tradicional de les diferents regions senegaleses.....	41
Taula 8.0. Resum de les accions de tractament de les disfuncions constructives.....	44
Taula 8.3.1. Accions de canvi.....	45
Taula 8.3.3.1. Resistències a compressió d’adobs estabilitzats.....	47
Taula 8.3.3.2. Composició dels ciments.....	48
Taula 9.2.1. Comparativa dels aspectes negatius i positius de les diferents tipologies de coberta .....	51

## PREFACI

És important, donat els antecedents, que es prioritzin les actuacions de preservació dels recursos de tots els tipus: naturals, humans, econòmics...

És una tasca complicada per als autòctons assimilar propostes tant divergents a l'evolució que han vist i viscut dels països colonitzadors; veuen en la evolució dels països del nord els passos a seguir, i tot i que a nivell tècnic és interessant, els costa admetre com a possibilitat evitar els errors, parlant del nostre sector, que hem comès a nivell de construcció no – sostenible i en la poca preservació de l'entorn i els recursos que hem fet al llarg de tots aquests anys, perquè simplement construir amb ciment denota riquesa i posició social.

Dakar és una ciutat evolucionada, però gran part del país viu agrupat en assentaments en zones rurals i apartades dels grans nuclis que gaudeixen de certs recursos i infraestructures, i fins fa molt poc d'una manera nòmada i sense cap tipus de regulació a tots els nivells, com per exemple urbanística.

Actualment, i cada vegada més, els grups ètnics van adquirint una tendència més sedentària que pica l'ullet a un canvi en pro de la introducció de noves tècniques constructives i la utilització de nous materials.

Allunyant-nos del formigó i dels vicis occidentals, la innovació, que per altra banda, està molt ben rebuda pels autòctons, especialment si satisfà problemàtiques greus com per exemple l'abastiment d'aigua per a l'època seca, ha d'anar de la mà de la utilització de recursos propis, sostenibles i que permetin una millora en les condicions de vida dels ocupants, procurant sempre generar un esperit endogen en la població, i sempre respectant el medi en el que ens trobem aconseguint el màxim mimetisme amb la natura.

Un país amb un potencial incalculable; començant per la seva gent, seguint pels recursos oblidats dels que disposa i acabant amb un sense fi de meravellosos indrets que permeten créixer i desenvolupar-se, constructivament, d'una manera sostenible, que pot esdevenir un bon exemple d'avenç respectuós.

## PREFACE

Is important, given the background, prioritize the activities which protect all kinds of resources: natural, human, economic...

It is a complicated task for the local people to assimilate divergent proposals that have seen and experienced from the colonizing countries , they see in the evolution of the northern countries the steps to follow , and although it is interesting on a technical level , but for them is difficult to admit the possibility to avoid the mistakes we made in the past , talking of our sector , we made it to the level of non-sustainable construction, even the non preservation of the environment and the resources that we have done over the years , because build with cement denotes wealth and social position.

Dakar is a evolved city , but the most part of the country live in settlements, in rural and remote areas, enjoying some great resources and infrastructure , and until recently in a Nomad way of life, without any regulation at all levels , such as urban .

Actually, and increasingly, the ethnic groups were becoming a sedentary tendency that accompanies new techniques of construction and the use of new materials.

Moving away from the concrete and western vices, the innovation, on the other hand, is well received by the local people, especially if it satisfies hard problems of the society, must go hand in hand with the use of autochthonous resources, sustainability resources and allow improvement in the living conditions of the local people, always trying to generate a endogenous spirit and respecting the environment in which we find ourselves reaching the maximum mimicry of nature.

A country with untold potential, starting with the people, to the forgotten resources and ending with endless marvelous places that can get everything you need to walk forward giving us a good example of respectful advancement.

## 1 INTRODUCCIÓ

L'objectiu principal d'aquest estudi és l'establiment d'unes bases completes que permetin plantejar nous projectes de construcció sostenible, en la línia de la construcció tradicional de la zona de País Bassari, extrapolables a la regió del sud de Senegal, aconseguint unes millores significatives en el nivell de confort de la construcció tant tradicional com actual.

Pretén donar un cop de mà a totes les activitats de sensibilització i de formació tècnica que s'estan desenvolupant a la regió de Kédougou, concretament a Dindéfelo, per altres voluntaris.

Aquest estudi es concentra en el desenvolupament de dues parts molt concretes: la definició de l'estat de l'art de la zona d'aplicació del projecte, en l'àmbit de la construcció, i la definició de les premisses essencials per a la millora de les condicions de confort.

En la primera part s'han estudiat àrees de coneixement més general com ho són: la geografia, la localització, la geografia humana, el context històric tant d'Àfrica com a continent, de Senegal com a país, així com del País Bassari com a zona d'aplicació del projecte, explicant en aquest darrer cas etnologia i tradició constructiva de cadascuna de les tres ètnies principals que conviuen en la zona del sud est de Senegal.

S'han treballat, també, àrees de coneixement més específic i tècnic: materials, elements i sistemes, i la posta en obra dels darrers, propis de País Bassari (regió de Kédougou) com de les regions properes per tal d'entendre de quina manera aprofiten o no el coneixement tècnic que cada població té sobre el sector de la construcció i d'aquesta manera determinar quins són els factors que estan conduint el canvi constructiu que s'està vivint en l'actualitat a la zona.

En la segona part s'han utilitzat diversos programes de simulació energètica per entendre quin es el comportament tèrmic de cada tipus d'edificació que s'ha determinat com a objecte d'estudi per acabar definint diferents tipus d'estratègies, en pro de la sostenibilitat, que permetin aconseguir millores significatives en el confort de l'usuari de la construcció tradicional.

Per al desenvolupament dels objectius marcats ha estat de vital importància el desplaçament a terreny per poder aportar una visió real de la problemàtica existent i validar molta informació el tractament de la qual havia sigut teòric fins al moment de la mobilitat, així com la consulta de publicacions emeses per l'INBAR (*International Network for Bamboo and Rattan*), FAO (*Food and Agriculture Organization*), l'IJGE (*Institut Jane Goodall Espanya*), la UPC (*Universitat Politècnica de Catalunya*), l'UNAUS (*Univerity Network for Architectural and Urban Sustainability*), entre d'altres.

## INTRODUCTION

The main objective of this project work is to settle some bases that enable us to plan new sustainable projects. Taking in to account, the traditional way of construction used in Southern Senegal region in order to achieve improvements for traditional and contemporaneous construction.

Our pretention is to give a hand to all those activities of sensitization and technical formation done by other volunteers that are taking place in Kedougou region (Dindéfélo).

This study is focused to develop two different parts: The definition of the artistic framework in our zone in the construction scope and to settle down the main bases to achieve an improvement for comfort conditions.

On the first part, we studied areas of general knowledge like: Geography, localization, Human geography, Historical framework of Africa as a continent and Senegal as a country focusing our analysis in Pays Bassari. We are going to explain also ethnology and the constructive tradition of the main ethnics coexisting there.

We have analysed also specific and technical areas of knowledge as: materials, elements and systems they use in Pays Bassari and also in nearby areas. We did that to understand how they take profit from their own knowledge about the construction scope. Thanks to that, we can determine which are, the most important factors driving the change in construction nowadays happening there.

On the second part many different simulation software's had been used in order to understand the thermal response to each type of construction. The following step was to build new types of strategies to improve their sustainability and allow owners to increase their comfort conditions for traditional constructions.

Was very important in order to develop and achieve our main objectives moving to Senegal in order to contribute with a real vision of the existing problems and to check a lot of theoretical information and also publications done by INBAR (*International Network for Bamboo and Rattan*), FAO (*Food and Agriculture Organization*), IJGE (*Institut Jane Goodall Espanya*), la UPC (*Universitat Politècnica de Catalunya*), UNAUS (*Univerity Network for Architectural and Urban Sustainability*), between others.

## A. ESTAT DE L'ART

---

### 2 AFRICA

Africa, as the third biggest continent on earth represents the 22% of the earth surface with 30330000 km<sup>2</sup> and it is also the continent where the first humans were founded (4million years before).

In 1980 Africa was the home of approximately the 11% of the world's population with 550 millions of people more or less and nowadays 1.000.010.000 inhabitants, according to United Nations statistics in 2006.

#### 2.1 GEOGRAPHY

The continent is surrounded by the Mediterranean Sea in the northern part and red sea in the eastern, the southern part is surrounded by the Atlantic Ocean and the western part is completely facing to the Atlantic sea. The Suez channel connects Africa with Asia and Middle East regions.

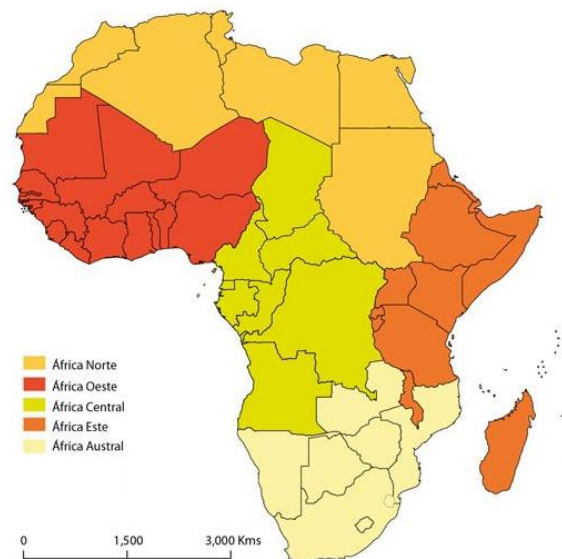
The African continent has been divided in many different countries due to the colonialism without taking in consideration the cultural relation between the different human groups. We can divide those countries in five regions.

##### **North Africa**

Limited by the Sahara in the southern part

##### **Sub-Saharan Africa**

- Occidental Africa
- Oriental Africa
- Central Africa
- Africa Austral



**Figure 2.1.1.** African geographical classification  
SOURCE: [www.urban-networks.blogspot.com.es](http://www.urban-networks.blogspot.com.es)

At the same time African countries had been increasing and developing, and nowadays they have their own cultures and also their own divisions.

Magrib region: Is the northern part of Africa and have the Sahara below and the region called The African Horn at the east

Region of Sahel: It is a big fringe of savannah that divides northern regions from the southern ones

Tropical region: the central part of the continent, it is mainly covered by jungle. We can find there many native communities.

Region of Africa Austral: is the southern region of Africa and probably the most commercial one. This region has many important harbours

Madagascar: it is considered as an independent natural region

Madagascar is the biggest island of the African continent with 595.230 km<sup>2</sup> and it's the number four of the biggest islands all over the world, following Greenland, New Guinea and Borneo.

At the eastern part of Madagascar we can find Maurice Islands and Reunion Island. At the western part of the continent are situated two big archipelagos like Canary Islands and Cabo Verde. We have just named the most important Islands we can find in Africa.

## 2.2. HUMAN GEOGRAPHY

Most of the people in Africa are situated around the Nil River. More than 600 people for each square kilometre. Years before, during the 90s decade density was around 22 people for each square kilometre. The annual growing rate is never below 3% because the birth-rate is near the 44% now.

Africa is well known because of multiculturalism and diversity. We can differentiate different groups:

Europids: North/ Sahara

Mongolids: South of Sahara

Negrides Races: south of Sahara,  
Sudania, Bantudia, Nilotida, Paleonegrida, Etiopida, Pigmida

This means an enormous diversity of dialects. The majority of them are below 100.000 speakers. J.H. Greenberg propose a different classification:

**Afro-asiatic**: Semitic /Camites languages  
**Nigero-kor-dofania**

**Nilotico-saharia**  
**Khoisan**

Because of the African history most of the African countries are speaking nowadays European languages. Some others have had Arabic influence like Ethiopia, Somalia and Tanzania



### 2.3. WEATHER

Africa has many different weather conditions, three quarters parts of Africa are between the tropics, but mainly weather is warm, with high temperatures and rainfall decreases from the tropics to Ecuador.

We find there arid and semiarid climates, like equatorial and tropical climate, temperate climates, like Mediterranean climate, even cold climates in some regions, but we can divide those different weathers in three big sections due to the geographical position:

NORTH SECTION: Desertic or almost desertic weather due to the proximity to Sahara that covers the whole territory; the other zones have basically a mediterranean weather.

CENTRAL SECTION: This is the closest fringe to Equator and has a tropical weather which has the highest temperatures and heavy rain along the whole year.

SOUTH SECTION: Desertic or almost desertic from the horn and Kalahari in the south



**Figure 2.3.1.** Climatical classification according Köppen

SOURCE: [www.google.com](http://www.google.com)

### 3 SENEGAL

#### 3.1. LOCALIZATION DATA



**Figure 3.1.1.** Geolocalization of Senegal.

SOURCE: [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps)

MADE BY: myself

Senegal is a country situated in Western Africa in a region called Sahel. This region is facing the Atlantic Ocean and has the Senegal River at the western side. The river is between Senegal and Mauritania. The country has also surrounded by Mali, The republic of Guinea, Guinea Bissau and Gambia

It has a surface of 196.192,00 km<sup>2</sup> and a population of 11,91 millions of inhabitants, Dakar is the main city. There are also other important cities, for example Thies (252.000 inhab), Kaolack (177.000 inhab) and St Louis (160.000 inhab) and others

#### 3.2. HISTORY

What nowadays is known as Senegal due to colonialization, many centuries ago was part of Ghana and Songhai empires. During the colonialization the French government conquered the country in 1763 as part of the agreement signed by european countries after the seven years war. The French government yield Senegal to the Great Britain, but the country was returned to France in 1817

The country was part of the federation with Mali between the 1959 and the 1960, when they achieved the independence with Leopold Senghor as a prime minister

During the following 20 years Senghor kept as a the prime minister and during all that period and even after the Social Party of Senegal (PPS) to continue in the government in a democratically system

In 1989 relations between Senegal and Mauritania became very bad, even the diplomacy between those two countries were broken.

A few years before a new conflict started in Cassamance in the southern region, between Gambia and Guinea Bissau where People is claiming for the independence. This has caused some gunfights.

### 3.3. LANGUAGE AND RELIGION

It's a non religious country, and this is on the first article of their constitution. There are many different religions living together like Muslims 94% and Catholicism as the 6%.

In this context we can find many different languages: French as the official language of the country and some others like Serer, Peul, Mandinga, Diola and Wolof ( this one is quite spread in the whole territory).

### 3.4. PHYSICAL GEOGRAPHY

Senegal is a flat country. It is situated in a depression known as the Senegal Mauritania basin; it can be divided in three different regions: Green cape at west it's based in a group of small plateaus of volcanic origin

The oriental part and south oriental part is an old massif next to Fouta Djallon, in the border with Guinea. This is a huge basin very deep situated between those regions we mentioned later. The coast line is mainly sandy and low.

Four rivers are the most important ones in Senegal: Senegal, Falémé, Saloum Gambia and Cassamance

The Senegal river follows the northern border with Mauritania and Falémé an affluent of the Senegal river is in the border with Mali facing to the east.

### 3.5. NATURAL PARKS

We can find in Senegal protected parks and natural parks. From all those we should elevate Ferlo North and Ferlo South natural parks in Nikolo-Koba, but there are also smaller parks along the whole coastline, for example: Bjoudi, Langue Barbarie, Popenguine, Madeleine Islands, the Saloum delta and Basse Cassamance.

All those natural parks are almost the 12% of Senegal's surface.



**Figure 3.5.1.** Natural parks in Senegal

SOURCE: [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps)

MADE BY: myself

### 3.5.1. NIOKOLO – KOBA

#### THE PARK

Situated south east of Senegal it's next to Guinea Conakry on the south with the Gambia river in the south east and north east, was declared as human heritage by the UNESCO in 1981

It has a surface of 9130 km<sup>2</sup> and an altitude between 16meters above the sea level and 311 meters high in the Assirik Mountain which is the highest. The region is quite flat with small hills and basins that during the rainy season suffer floods, because the weather is the same that we can find in Sudan. The average rainy during the whole year is more or less 1.050mm.

Through the park cross the Gambia river and affluents.

#### VEGETATION

Savannah landscape is around the whole park with the same vegetation that we can find in Sudan .but it is modified by the type of topography and soil.

It is characterized high fields and those majesty trees of karite, caïlcedrat, néré and baobab. All those trees are very common next to the different rivers.

More than 1.500 kinds of vegetation are located in Nikolo-Koba.

Dense forests of 20 m above the bamboo forests

#### FAUNA

MAMMALS: 80 species

REPTILES: 36 species

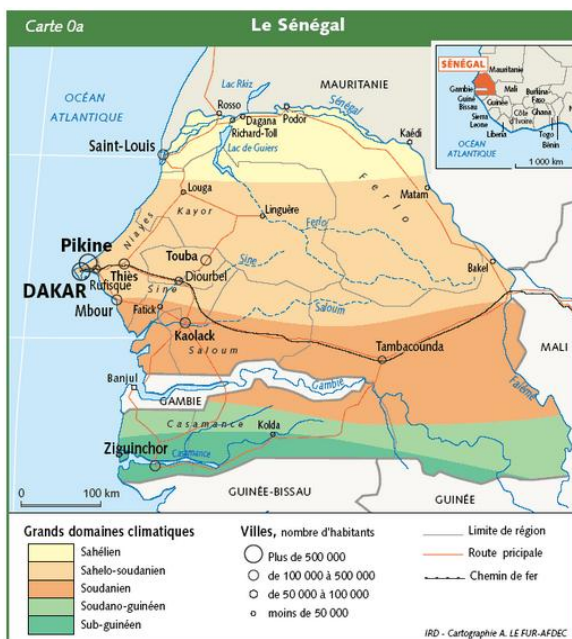
FISH: 60 species

BIRDS: 330 species

AMPHIBIANS: 20 species

INVERTEBRATES: great number

### 3.6. WEATHER



Senegal is situated in the occidental part of Africa and almost everything affected by a tropical weather. Despite of this we can find many different climate regions.

Figure 3.6.1. Climatological classification of Senegal. SOURCE: [www.au-senegal.com](http://www.au-senegal.com)

**COASTAL REGION:** The Atlantic coastal line is colder than inland, also because of the winds coming from inland.

TEMPERATURE

WINTER: 18-26° (JANUARY)

SUMMER: 31° average

RAINS: The rainy season starts in July with the peak of the season in August (550mm rain / year).

---

**SAHEL REGION:** Almost the whole northern part of the country is part of the “Sahel belt” a region of dry lands which is spread through the African continent.

TEMPERATURE

Temperatures can be cold during the night reaching the 14°C but reaching easily the 40°C during the day.

RAINS

Below 400 mm rain / year.

WIND

Harmatán, this wind belongs to October, November and December

---

**SOUTHERN REGIONS:** The southern half of the country a warm and wet weather.

TEMPERATURES

Average temperatures above 30°C during the whole year.

RAIN

Generally above 1500 mm of rain/year.

GENERAL WIND CONDITIONS

Windy conditions are along the year but especially during May, April and March afternoons announcing the rainy season, due to the warm air flows coming from the desert



## 4 PAYS BASSARI

### 4.1. LOCALIZATION DATA

It is situated south east of the country and includes three different geographical areas:

- Zone Bassari – Salemata
- Zone Bedik – Bandafassi
- Zone Fulani – Dindéfello

Peoples Bassari, Fula and Bedik settled between XI and XIX and developed specific cultures each of them closely related and in symbiosis with the environment.



**Figure 4.1.1.** Localization of Bassari Country

SOURCE: [www.google/maps](http://www.google/maps)

MADE BY: myself

The landscape is characterized by its Bassari extensions including rice fields between settlements, villages and archaeological sites; On the other hand, the Bedik population, however, has a huge concentration of cottages, and are presented with a human habitat with an original, very active and well preserved multicultural landscape.

These three geographic areas and populations that inhabit testify tangible framework consisting in imposed practices by traditional farming systems (which operate a tenth of the surface) and the relative lack of available resources (course of human interaction on a vulnerable environment) and social rules, rituals and beliefs (Bassari help the people to regulate the interaction of humans and their livelihood).

### 4.2. GEOGRAPHICAL DESCRIPTION

#### BASSARI



Supplies approximately 242 km<sup>2</sup> in southern Salemata towns, villages and settlements mentioned are protected by the mountain range of Ane, stretching along 20 km forming the border with Guinea to the south west and north east Dar Salam.

Reached paths and tracks barely usable, and retains large expanses of forest that house many animal species, including large colonies of chimpanzees.

**Figure 4.2.1.** Ane mountains and Bandafassi plane.

SOURCE: myself



### **BEDIK**

Mount Bedik extends beyond 181 km of flat surfaces Bandafassi. The top is at 470 meters above sea level and 300 meters above the plain around. In this area are installed new Bedik towns, often is hard to reach places with a strategic view of the TV.

Despite the complicated water supply these villages are still inhabited by native



*Figure 4.2.2. Bedik mountain and Bandafassi plane.  
SOURCE: myself*

### **PEUL**

The mountain belongs to those flat surfaces in Dindéfello and culminates at 495 meters, approximately 350 meters above the plain.

The summit of this mountain could be described as a large plateau occupied by five ethnics: Sagaridié, Badiari, Afia, Dande and Diogoma with Mboulaye villages, Mboundou, Doundouké, and Noughéré Namdoumari (geographic area covers approximately 79 square kilometers).



*Figure 4.2.3. Peul mountain and Dindéfello plane.  
SOURCE: myself*

### 4.3. FAUNA & FLORA

Flora and fauna are similar to which we can find in Sudan savannah, but sufficiently dense and the origin of the abundance of natural wildlife belongs to Niokolo Koba north-west of the country Bassari.

*Figure 4.3.1. Adansonia digitata, Bhoché [pular] Baobab  
SOURCE: myself*





**4.4. WEATHER**

Country Bassari weather information had been obtained from the program Meteonorm trial version 7.0.22.8 which contains weather data from around the world. Data base contains 8325 weather stations, five stations and satellites Satala 30 years of experience registered. On this basis work of art states that allow interpolation of global data with a great accuracy.

In the case of Africa, the continent has 600 stations, specifically in Senegal:

- 5 Weather stations: Dakar, Louga, Diourbel, Tambacounda, Ziguinchor
- 6 Weather stations w/o global radiation: Saint-Louis, Linguère, Kaolack, Kédougou, Kolda, Cape Skiring.

This information is available in the documentation attached addendum nº 1, from which we can draw the following information based on data obtained from the meteorological station of Kédougou capital of the region Bassari Country:

- A. RAINY STATION *June – September*
- B. DRY STATION – long season and hard *September – early June*

**4.5. ETHNIC GROUPS**

There are many ethnic groups in Senegal. Some of them settled in the area, some of them have ended up with time, after the wars, conquests , periods of drought, and other events that were delayed this lifestyle.

This is the reason why we speak of Senegal as a country essentially nomadic, and why it is difficult to determine the population census.

Within each ethnic group there are subgroups who speak very different languages even among subgroups of the same ethnicity. These "patois" are often regional.

**MAIN ETHNICS GROUPS OF BASSARI COUNTRY**



**Figure 4.5.1.** Localization of villages

SOURCE: [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps)

MADE BY: myself

#### 4.5.1. BASSARI

---

##### HISTORIA

Pays Bassari havia estat, temps enrera, una zona densament poblada, que amb el temps a conseqüència dels conflictes, principalment amb **Founta-Djallon**, s'ha anat despoblant.

La principal característica de l'hàbitat actual bassari és la dispersió. Els assentaments es van ubicant al terreny sense cap tipus, o molt mínima, directriu urbanística.

A més, la recerca de noves terres per al cultiu dona lloc a la divisió d'assentaments i a la creació de nous.



*Figura 4.5.1.1. Màscares d'iniciació Bassari.  
FONT:pròpia*

##### ASSENTAMENTS

Els assentament bassari es caracteritzen perquè les petites edificacions circulars, cadascuna de les quals correspon a una habitació d'un membre de la família i s'organitzen al voltant d'un espai central comú on es realitzen diverses activitats ordinàries com es la preparació dels àpats, entre d'altres.

Amb tot, el context socio-polític a canviat al llarg del temps i alhora ho han fet també els assentaments; es pot dir que existeix una tendència a agrupar la família sota un mateix sostre, però en cap cas de manera normalitzada.



*Figura 4.5.1.2. Il·lustració d'un assentament del poble Bassari.  
FONT: [www.senegalaisment.com](http://www.senegalaisment.com)*



**Figura 4.5.1.3.** Assentament Bassari

FONT: Pròpia

Cada agrupació d'edificacions correspon a una família i cada membre té la seva habitació, d'aquesta manera el cap de família té la seva cabana normalment amb un petit altell de fusta on emmagatzema el cultiu del qual visquin, normalment arròs.

Les dones d'aquest comparteixen una altra cabana amb els fills menors, i els fills mascles, quan se'ls considera adults, també se'ls assigna una habitació independent.

A més de les cabanes que es destinen com a habitacions trobem diferents cosnruccions auxiliars que aconpleixen diferents funcions: espais reservats per a la cuina quan la climatologia no permet cuinar a l'exterior, les letrines, normalment localitzades a la part posterior de les edificacions.

A més, es preveuen una, dues, tres o quatre estances per acollir a convidats en períodes de festes; i d'aquesta manera s'acaba de configurar l'assentament

#### CONSTRUCCIÓ BASSARI

La construcció Bassari es caracteritza per cabanes circulars construïdes amb un sistema muràri confeccionat amb pedra que es va col·loca amb morter d'arguiles com aglomerant; coberta amb estructura de fusta, principalment d'eucaliptus o altres espècies abundants a la zona, amb un acabat de pallís d'arròs col·locat per franjes aconseguint que cadascuna d'elles se solpai amb la posterior.

Hi ha altres construccions pròpies d'aquest grup ètnic que responen als recursos que es tenen a l'abast en el moment de la construcció i també a la decissió de cada particular. Així doncs es habitual trobar-se construccions executades amb bloc d'adob sovint amb un petit porxo perimetral.



**Figura 4.5.1.4.** Detall del mur de pedra.

FONT: pròpia



**Figura 4.5.1.5.** Detall de la confecció del mur.  
Sistema muràri amb pedra.

FONT: pròpia



**Figura 4.5.1.6.** Construcció tradicional Bassari.  
Sistema muràri amb bloc d'adob amb un petit porxo  
perimetral conformat per la pròpia coberta.

FONT: pròpia

L'ús de la pedra com a únic material confereix al mur molta inèrcia tèrmica que els ajuda a regular al temperatura interior.

Normalment, un cop executat el mur es realitza un revoc interior amb morter d'argiles.

El material de la coberta pot variar en funció de la població en que ens trobem; són habituals l'ús de la palla d'arròs i la fulla de palmera, tot i que els Bassari acostumen a construir amb el primer.

En qualsevol cas, la construcció d'aquesta es realitza de manera independent del mur i en acabat tot l'assentament col·labora i contribueix en la col·locació de l'estructura sobre els murs per poder procedir amb les tasques d'acabat.

La construcció de les cabanes corria a càrreg dels homes, actualment podem trobar a cada regió constructors locals que han fet de la construcció el seu ofici, o bé s'han especialitzat en algunes de les tasques constructives trobant així persones especialitzades en cobertes, murs i altres elements constructius; en el seu defecte continua sent l'home o els fills grans qui continuen encarregant-se d'aquesta tasca.

Un cop acabada la construcció, correspon a les dones encarregar-se de la decoració d'aquestes, tant de les parets com dels terres, cubrint-los amb una mena de pasta formada per terra de termiter, fems de vaca i savia de *Cissus populnea*\*, tradicionalment, o bé amb el que nosaltres coneixem com morter d'argüiles.

#### 4.5.2. BEDIK

---

##### HISTORIA

La zona Bedik la conformen quatre grups minoritaris: Bandiaranké, Samura, Kante i Sadiakhou. Es localitzen principalment en el penya-segat de Bandafassi.

Seguint la política d'expansió islàmica, dirigida per Alpha Yaya Diallo, els grups van fugir. De manera que els badiarankes menys resistents es van quedar a Guinea i es troben en les localitats de Badiar, Koundara, Bassari i Coniagui, a ambdós costats de la frontera entre Senegal i Guinea.

Els Bedik més forts, defensors de les seves tradicions i costums, es van refugiar a les muntanyes de Bandafassi, localització actual del grup.

##### ASSENTAMENTS

Els Bedik tenen un hàbitat dual, per una banda està el poble (*ikon*) el lloc destinat a les festes, celebracions i rituals on cada família té una edificació on poder estar; és per això que a l'*ikon* ens trobem edificacions destinades al cap del poble, als homes iniciats, entre d'altres; tot i que les famílies passin la major part de l'any en una aldea agrícola.

Una aldea, però, per definició no pot tenir un dirigent (*Chef*), ni pot acollir cap funció de ritual, és per això de amb freqüència s'intenta apropar l'*ikon* a aquesta ja que el "vertader poble" no és pot abandonar mai.

Cada poble té una zona de ball coneguda amb el nom de *angwod* i molt aprop dues cases d'iniciació *gandayar* entre les que es divideixen els homes en funció de la seva edat.

A més, el poble està dividit en **dues seccions**: la superior i la inferior. En el cas de que alguna família es mudi a un altre assentament o poble aquesta divisió per tradició s'haurà de respectar.



**Figura 4.5.2.1.** Assentament Bedik.

*IWOL, País Bassari, Regió de Kédougou; Senegal*  
*FONT: pròpia*

##### LA CONCESIÓ

*Lyanga* (o concesió, altrament entès com el conjunt de famílies que formen l'assentament) està formada pel grup de caps de família de tot el poble, les seves respectives dones (*Ademar lyanga*), els germans, el fills, i les esposes del fills.

Es pot agrupar qualsevol llinatge, però quan aquest resulta massa extens es divideix en dos, coexistint un al costat de l'altre.





**Figura 4.5.2.2.** Assentament tradicional Bedik.

*S'observen estructures auxiliars a l'exterior que pretenen protegir a la població de la radiació solar, en determinats moments del dia.*

*FONT: pròpia*

Quan un fill vol independitzar-se de la vida del seu pare no se li permet construir dins del mateix poble, ho ha de fer en un poble diferent en la secció en que es trobava.

La concessió inclou un conjunt de entre tres i quinze cases que s'organitzen al voltant d'un pati central, i al voltant d'aquest trobem una edificació que difereix de les altres donat que la tecnologia constructiva no respón a la construcció amb argila sinò amb *kretting*, estem parlant del temple de la família, on els principals *dialangs* (esperits) van un cop han mort. A més, trobem altres construccions auxiliars que responen a altres funcions, com exemple, petits corrals, o estructures pel repòs de les persones.



**Figura 4.5.2.3.** Construcció auxiliar.

*Cobert elevat utilitzats per alguns animals de corral per dormir, refugiar-se de la pluja i de la calor.*

*FONT: pròpia*

### CONSTRUCCIÓ BEDIK

S'han trobat algunes construccions Bedik executades amb blocs d'adob, però al ser un grup ètnic que es localitza principalment a la muntanya, i donat que les infraestructures degut a la dificultat d'accés al poble, són tan limitades, al mateix temps que el terreny no facilita la preparació d'alguns elements constructius, generalment les construccions estan fetes a base de *sorra*, *argila* i *aigua*, però no a través d'un element com el bloc que esdevé de fàcil utilització; la conformació el mur és realitza de manera manual directament amb la mescla fent petites boles i amuntonant-les una darrera l'altre fins assolir l'altura desitjada.

**Figura 4.5.2.4.** Construcció tradicional Bedik

*Observem la voluntat de localitzar les obertures amb una certa elevació per tal d'evitar l'entrada d'aigua.*

*IWOL, País Bassari, regió de Kédougou, Senegal.*

*FONT: pròpia*





**Figura 4.5.2.5.** Construcció d'un mur.

*Edificació abandonada a mitja construcció on s'observa la composició del mur, en aquest cas d'uns 10 cm de gruix.*

*IWOL, País Bassari, regió de Kédougou, Senegal.*

*FONT: pròpia*

Moltes de les edificacions tenen un afegit de *Kretting* que fa la funció de corral per gallines i altres animals, generalment corresponents a la dot, que posteriorment ha esdevingut un espai privat de cada estança que normalment s'utilitza per a dutxar-se, per exemple.

### 4.5.3. FULANI o PEUL

#### HISTORIA

La primera migració de Peul Fouta Djallon es remunta al segle XI, aquestes ones de migració van seguir de manera continua i constant fins el segle XIX. Aquest fet a causat grans moviments de població i al mateix temps grans episodis de fam.

La invasió Fulani més coneguda, i la més important, va ser la del segle XIX. La regió va perdre dos terços dels seus habitants durant les guerres de Mouso Molo, Ibrahima Tierno, i especialment en la de Alpha Yaya, qui dirigeix la política d'expansió islàmica.

Fins a mitjans del segle XX no es van calmar les relacions entre els Fulani i els Bassari Bedik. Actualment viuen en un total de 57 assentaments, aproximadament, al llarg de la frontera amb Guinea.

És una de les ètnies més coneguda d'Àfrica, i certament, un dels grups ètnics més dispersos i configuren una part important de la població dels següents països: Mauritània, Senegal, Mali, Txad, Guinea, Guinea-Bissau, Sierra Leona, Libèria, Burkina Faso, Níger, Nigèria.

Amb el pas del temps han mantingut el llenguatge, però les costums han anat canviant des dels seus avantpassats.

En un principi i al llarg de molts anys l'ocupació principal d'aquest grup va ser el cultiu, però les dures condicions climàtiques i l'exposició demogràfica han comportat un canvi d'ocupació i amb el temps s'han dedicat a altres activitats com taxistes, perruquers i petits comerciants, principalment, sense deixar de banda l'agricultura; aquest canvi també ha estat possible ja que per la seva localització geogràfica l'arribada d'infraestructures ha estat possible i amb aquestes un accés a diferents serveis i coneixements que no han estat possibles o com a mínim no d'aquesta magnitud pels pobles Bedik i Bassari.

Dedicats tradicionalment al cultiu moltes vegades han estat acusats de ser una de les causes principals de la desertització per esgotament del sòl i en conseqüència de l'empobriment del país, especialment de la zona sud de Senegal.

Tenen un gran sentit de família, i tenen un cert desig de mantenir l'ètnia de manera que no és estrany trobar matrimonis entre cosins o parents relativament propers, fons d'una gran llista de malalties congènites, com per exemple la tartamudesa.



**Figura 4.5.3.1.** Grup de nenes Fulani  
FONT: Institut Jane Goodall (IJG)

### ASSENTAMENTS

S'extenen per gairebé tot el territori del País Bassari, però principalment a les planes, on l'espai i les pastures són abundants, com per exemple el poble de Dindéfello (*al peu de la muntanya*).

Cada poble està format per varies concessions distribuïdes per la plana de manera més o menys disperses. Es estranya la vegada que s'instal·len en zones apartades d'altres grups, ja que normalment ho fan en territoris ja ocupats per Bassaris o Bedik amb els que tenen vincles comercials.

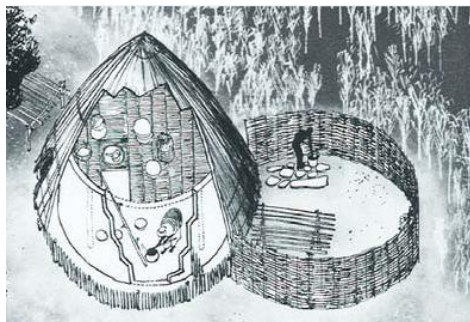


**Figura 4.5.3.2.** Panoràmica de la plana de Dindéfello  
FONT: Pròpia

### CONSTRUCCIÓ FULANI

En els assentaments del sud-est de Senegal (Tambacounda-Kédougou) i al Bundu (frontera de Mali) tot i que en menor mesura, donat la tradició de cultiu que tenen, les construccions estan dissenyades per poder emmagatzemar el grà, principalment a l'estança del cap de família.

Les construccions són circulars d'un diàmetre no més gran de 6m configurades per un únic espai a mode d'habitació.



**Figura 4.5.3.3.** Esbós d'una construcció típica fulani.

S'observa la forma circular de l'edificació i l'espai construït amb kretting, així com l'espai que es genera al voltant de l'edificació principal que serveix per a que els animals de granja com per exemple les gallines puguin protegir-se en dies de pluja.

FONT: [www.paisbassari.org](http://www.paisbassari.org)



Els materials utilitzats per la coberta són els mateixos que en cas dels Bassari i Bedik, una estructura de fusta en el seu defecte de canyes de bambú amb un acabat de palla d'arròs. Però s'ha detectat una altra tècnica constructiva, trobem sostres on l'acabat s'executa segons l'estratègia del solapament [*tècnica 1*]i també trobem casos de manera normalitzada on el pellis es col·loca de manera desendregada sobre l'estructura de coberta i es fixa posteriorment amb canyes de bambú [*tècnica 2*].

En la majoria de les construccions peuls la coberta arriba gairebé fins al terra formant un espai exterior cobert que en la majoria de les ocasions acaba sent tot el perímetre de la construcció. Aquest espai es aprofitat moltes vegades pels aus de corral i per les ovelles per passar les nits i donar-los cova en dies de pluja, i en alguns casos es tanca amb un mur, creant una edificació de doble mur la qual aconseguix optimitzar el confort tèrmic interior.



**Figura 4.5.3.4.** Construcció tradicional Fulani.  
Tècnica 2 de coberta.

Dindéfelo, regió de Kédougou, Senegal.  
FONT: pròpia



**Figura 4.5.3.5.** Construcció tradicional Fulani amb doble mur.

Tècnica 2 de coberta  
Namdougari, regió de Kédougou, Senegal.  
FONT: pròpia



**Figura 4.5.3.6.** Construcció tradicional Fulani.

Tècnica 1 de coberta.  
Annex de kretting utilitzat com a tancat er als animals de corral i/o altres.

FONT: pròpia



## 5 PANORAMA AMBIENTAL ACTUAL

### 5.1. RECURSOS NATURALS

Senegal per falta de mitjans i infraestructures compta amb un gran nombre de mines i jaciments que no s'han pogut explotar des del seu descobriment allà cap els anys 70. Trobem unes importantíssimes mines de ferro i grans reserves de petroli i gas natural encara intactes.

Per altra banda, el calci i el fosfat d'alumini que s'extreuen de les mines properes a Thiés constitueixen els principals recursos minerals dels que disposa Senegal actualment.

### 5.2. MEDI AMBIENT

En superfície, gairebé 2/3 de Senegal es troba sota la influència del clima Sahelià, els vents desèrtics contribueixen activament a la sequera i en gran mesura a la desforestació de la zona, tot i així, a 2005 la superfície arbrada representava un 44,1 % de la superfície de Senegal, tot i que des de la dècada del 60 s'ha imposat aquesta situació de sequera i aquest percentatge va reduïnt-se, ja no tant paulatinament.

Un altre factor determinant en aquesta situació ha estat el creixement demogràfic, el 2.58% al 2008, que va comportar la tala de boscos en la recerca de més terres per a cultius i llenya per als diferents grups ètnics que s'anaven assentant al territori.

El conjunt d'aquests dos factors ha causat una forta desertització en moltes zones del país, es per això que des del govern s'han intentat potenciar **nous programes\*** que aposten per una reforestació per tal de combatre la desertització protegint més del 10.8% al 2007 de la superfície nacional en parcs i reserves que protegeixen una gran varietat d'espècies, tant vegetals com animals.

Alguna d'aquestes reserves, com per exemple el Parc de Niokolo-Koba ha estat declarat posteriorment com a Patrimoni de la Humanitat per la UNESCO (a l 1981).

S'han ratificat molts tipus d'acords relacionats amb el medi ambient com per exemple tractats sobre el canvi climàtic, conservació de la vida marina, espècies en perill d'extinció, prohibició d'assajos nuclears, entre d'altres, sempre enfocats a la millora del medi ambient i a la preservació de recursos i espècies autòctones.

*\* "Face à l'amplification de la déforestation et du trafic illicite de bois, en cours notamment au niveau des zones frontalières du pays, le Chef de l'Etat a, en sa qualité de premier protecteur de l'environnement, engagé le Gouvernement, à s'assurer de la prise de mesures appropriées destinées à renforcer les contrôles, tant dans la délivrance des permis d'exploitation, que pour le transport et la commercialisation des ressources forestières. "*

FONT:

**Consell de Ministres 18 de Setembre de 2013**

<http://www.gouv.sn/-Conseils-des-ministres-.html>

**Decret**

Decret n° 2014-880 du 22 juillet 2014 relatif aux attributions du Ministre de l'Environnement et du Développement Durable



## 6 MATERIALS CONSTRUCTIUS

### 6.1. COMPARATIVA ENTRE MATERIALS TRADICIONALS I NOUS MATERIALS CONSTRUCTIUS

Per conèixer les prestacions tèrmiques d'un material es necessari conèixer tres paràmetres:

*Conductivitat*

*Calor específic*

*Densitat*

Donades les característiques climàtiques de la zona, que presenten diferencials de temperatura elevats es interessant treballar amb el concepte d'Inèrcia tèrmica (estratègia d'aplicació en les construccions tradicionals) Per tal d'esmoreir la temperatura i aconseguir reduir-la a l'interior, ja que la temperatura mitja diària és molt elevada.

Es requereixen materials amb una massa elevada que conformin un sistema d'un mínim espessor que permeti aconseguir l'esmoreïment de la temperatura.

Al mateix temps aquests hauran de tenir, de manera generalitzada, una resistivitat elevada que permeti l'emmagatzematge progressiu d'energia, en el seu defecte el flux d'energia entre l'interior i l'exterior s'estableix sense dificultat.

	FONT	Conductivitat	Calor específic	Densitat	Resist. Vapor H2O
Unitats	materials introduïts	W/mK	J/KgK	Kg/m3	$\mu$
<b>TRADICIONALS</b>					
Morter d'argiles i sorres	E+	0,82	840,00	1680,00	-
Bloc d'Adob	ECOTECT_Soil Clay (wet)	0,40	2929,00	1600,00	-
Bambú	ECOTECT_Rattan	0,04	539,70	12000,00	-
Palla	E+	0,1	2100,00	250,00	5
Kretting	ECOTECT_Cloth/carpet/felt – carpet simulated wool	0,06	1360,00	200,00	-
Fusta	E+	0,23	1600,00	750<d<870	50
Grava	E+	1,3	920,00	2240,00	15
<b>TRAD MILLORATS</b>					
Morter de ciment i sorres	E+	0,55	1000,00	1800,00	10
Morter de calç	CEC_CTE	0,40	1000,00	750<d<1000	10
Bloc Adob + ciment	E+	0,65	2929,00	1450,00	-
<b>NOUS</b>					
Morter de ciment	E+	1,40	650,00	2100,00	10
Bloc de morter de ciment	E+	1,05	1000,00	1350,00	10
Ciment (llosa)	E+	0,72	840,00	1860,00	120
Xapa de zinc		1E15	500,00	7824,00	>>> $\mu$

**Taula 6.1.1.** Taula resum comparativa entre els materials i productes constructius tradicionals i els nous materials constructius.

FONT: **annexes 3 i 4**, **Materials amb tradició constructiva** i **Materials sense tradició constructiva**, veure la bibliografia pertinent corresponent a cada annex / [pdf] Catálogo de elementos constructivos del CTE, Mayo 2008 / Enegyplus / Base de Dades d'Ecotect

ELABORACIÓ: pròpia.

L'impacte ambiental associat als materials i als productes es pot veure detallat en l'**annex ACV, Anàlisi del Cicle de Vida**.

**Taula 6.1.2.** Relació de propietats dels materials  
ELABORACIÓ: pròpia

+	Densitat	-	Porositat
+	Densitat	+	Duresa
+	Densitat	+	Resistència
+	Densitat	+	Conductivitat
+	Densitat	+	Aïllament acústic
+	Porositat	+	Capil·laritat
+	Porositat	+	Esmoreïment acústic
+	Porositat	-	Resistència
+	Porositat	-	Conductivitat
+	Duresa	+	Resistència
+	Elasticitat	+	Absorció acústica

*La construcció* atravesó per un moment de auge en 2007 (con un crecimiento anual del 11,7%), gracias a las obras públicas previas a la cumbre de la Organización de la Conferencia Islámica (OCI) en Dakar, en marzo de 2008. En 2009 se produjo una leve desaceleración, explicada por el descenso del 15% de las remesas senegalesas, que ralentizaron la construcción residencial, las dificultades de acceso al crédito y los retrasos en el pago de las obras públicas por parte del Gobierno. Este hecho marcó un punto de inflexión respecto al período 2002-2007, en el que el crecimiento medio fue del 12%.

El sector parece recuperarse en 2010 y se prevé un crecimiento en torno al 7% en 2011 y 2012, empujado por la continuación de las obras de la autopista Dakar –Diamniadio, el aeropuerto internacional Blaise Diagne y, en particular, el programa de infraestructuras 2010 – 2015, que cuenta con un presupuesto de más de 18.000 millones de euros.

En cuanto a los materiales de construcción, el país tiene dos industrias cementeras (Sococim y Cementos del Sahel), productoras de elementos prefabricados. En este ejercicio, la demanda de cementos y productos metalúrgicos aumentaron un 50,6 y un 22,7%, respectivamente.

FONT: [www.africainfomarket.org/paises/senegal](http://www.africainfomarket.org/paises/senegal)

Les indústries cementeres i metal·lúrgiques van agafar molta embranzida al 2007 patint una petita decaiguda que es supera al 2010 amb unes perspectives d'augment progressiu en els següents anys, i així ha sigut. Cal fer notorietat que aquests materials, ciment i metalls (zinc concretament) s'han anat integrant en el mercat senegalès fins al punt d'utilitzar-los en tot tipus de construccions de manera habitual.

Aquest fet s'entén per l'evolució i el creixement de la indústria cementera i metal·lúrgica al país i també perquè aquest tipus de materials tenen unes vides útils més elevades, la qual cosa permet, en conseqüència, que les edificacions tinguin una durabilitat més elevada. Però la utilització d'aquests materials no resol d'una manera òptima els mínims de confort d'un habitatge al mateix temps que augmenta exponencialment l'impacte ambiental associat a aquests, ja que per a l'obtenció de les matèries primes es requereixen tècniques extractives molt agressives amb l'entorn (veure **annex 4\_Materials sense tradició constructiva i annex 6\_ACV, Anàlisi del Cicle de Vida** ) i la regeneració d'aquestes és molt lenta, tant que aquest tipus de pràctiques ens porta de manera paulatina a un esgotament de recursos.

Per altra banda, en quant als recursos naturals, la flora de la zona nord del país es principalment sabana, on creix herba i grups d'arbusts. Més al sud, però, incrementa la presència d'arbres, i cap a la regió meridional del país el paisatge es un gran conjunt de zones pantanoses on creixen en abundància *mangles*, frondosos boscos de palmera oleífera, caoba, teca i bambú.



**Figura 6.1.1.** Panoràmica Sabana  
País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal  
FONT: pròpia

Àfrica es rica en recursos de bambú, gran part de la població de bambú africà, gairebé dos terços, es troba a Etiòpia constituint aproximadament un milió d'hectàrees, i se'n diferencien principalment dos espècies:

- *Oxytenanthera Abyssinca*, el bambú de les terres baixes
- *Yushania alpina*, el bambú de les terres altes.

Existeixen doncs, materials alternatius als utilitzats actualment que ens permeten conduir les pràctiques constructives actuals a unes altres més respectuoses amb l'entorn, donat que el temps de regeneració dels recursos són molt ràpids i no es requereixen tècniques d'extracció agressives, de manera que els impactes associats a aquest tipus de materials són realment baixos l'entorn (veure **annex 4\_Materials sense tradició constructiva** i **annex 5\_ACV, Anàlisi del Cicle de Vida** ).

Cal tenir en compte però, que tot i que ens ofereixen unes prestacions molt bones per a la construcció hi ha una sèrie de problemàtiques associades als microorganismes vius que no resolten d'una manera òptima donat que són materials molt naturals i propensos a albergar insectes com per exemple tèrmits, causants d'un gran desconfort i d'una reducció de la vida útil dels materials i en conseqüència de l'edificació.

Aquestes deficiències podrien reduir-se amb l'aplicació de tractaments de conservació contra la humitat així com contra els organismes; però actualment aquestes pràctiques són inexistents.






**Figura 6.1.1.** Canyes de bambú silvestre.  
Oussouye  
FONT: pròpia





## 7 CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL A PAIS BASSARI

## 7.1. CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL A PAÍS BASSARI

ÈTNIA		BASSARI	BEDIK	FULANI
<b>MATERIALS</b>	ARGILA	✓	✓	✓
	AIGUA	✓	✓	✓
	PALLA D'ARRÒS	✓	✓	✓
	FUSTA (BRANQUES)	✓	✓	✓
	FULLES PALMERA	-	✓	-
	CORDA / ESCORÇA	✓	✓	✓
	BAMBOO	✓	✓	✓
	KRETTING*	✓	✓	✓
<b>ESTRATÈGIES</b>	FORMA Construcció pral.	○	○	○
	Construccions auxiliars**	○□	○□	○□
	Num PLANTES	1	1	1
<b>ELEMENTS</b>	FONAMENTACIÓ	×	×	×
	ESTRUCTURA TANCAMENTS	Bloc d'adob / pedra 	Amorf 	Bloc d'adob/±pedra 
	ESTRUCTURA COBERTA	Branques/canyes	Branques/canyes	Branques/canyes
	ACABATS TANCAMENTS	-∅ -Revestiment roca -Arrebossat argiles	-∅ -Arrebossat argiles	-∅ -Arrebossat argiles
	ACABATS COBERTA	Pallís d'arròs	Pallís d'arròs / palma	Pallís d'arròs
	<b>MIDES</b>	∅	6-8 m	6-8 m
<b>RECURSOS I EINES</b>	Obrers***, eines de medició, eines de tall, martells, cerros/carretes, recipients (bidons,...), pales, etc.			
<b>SISTEMES</b>	Veure <b>Annex 5_ posta en obra</b>			

\*Kretting: Entramat confeccionat amb canyes de bambú. Més resistent que la fulla de palma Té diverses aplicacions, les més comuns són divisions lleugeres, paraments que serveixen con a portes, bases de llits, etc.

\*\* Edificacions efímeres que responen a la funció d'aixopluc dels pagesos durant la jornada de treball.

\*\*\* Els obrers de manera generalitzada no han tingut una formació tècnica prèvia.

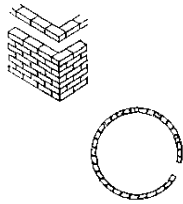
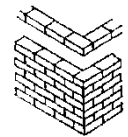
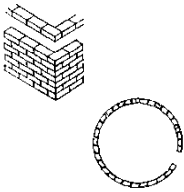
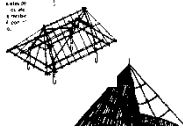
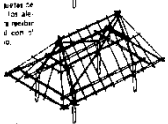
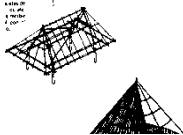
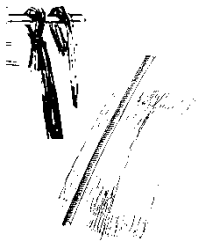

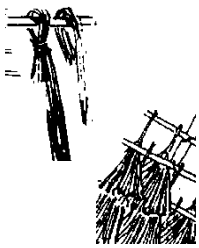
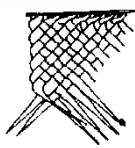

**Taula 7.1.** Comparativa dels diferents sistemes constructius dins de País Bassari  
Ètnies Bassari, Bedik i Fulani

FONT: [pdf] *La construction en "matériaux locaux", Etat d'un secteur à potential multiple*; DDC – Direction du développement et de la cooperation / Ouagadougou, Desembre 2005.

ELABORACIÓ: pròpia.

## 7.2. COMPARATIVA DE LES TECNOLOGIES CONSTRUCTIVES TRADICIONALS SEGONS LA REGIÓ

Taula 7.3.1. Comparativa general dels diferents sistemes constructius de Senegal

Localització		SUD - EST	SUD	CENTRE	
Regió		PAYS BASSARI*	BAIXA CASSAMANCE	TAMBACOUNDA	
Grups ètnics principals		<i>Bassari, Bedik, Peul</i>	<i>Diolà, Peul, Mandinga</i>	<i>Sérér, Wolof</i>	
<b>MATERIALS</b>	Argila	✓	✓	✓	
	Aigua	✓	✓	✓	
	Palla d'arròs	✓	✓	✓	
	Fusta	✓	✓	✓	
	Fulles palmera	✗	✗	✓	
	Corda / escorça	✓	✓	✓	
	Kretting	✓	✓	✓	
<b>ESTRATÈGIES</b>	FORMA	○□	□	□○	
	PLANTES	1	< 2	1	
<b>ELEMENTS</b>	FONAMENTACIÓ	✗	✗	✗	
	ESTRUCTURA	Bloc d'adob	Bloc d'adob	Bloc d'adob	
	ESTRUCTURA COBERTA	Branques/canyes	Branques/canyes	Branques/canyes	
	ACABATS	-∅	-∅	-∅	
	TANCAMENTS COBERTA	-Revestiment roca Pallís d'arròs	-Arrebossat argiles Pallís d'arròs	-Arrebossat argiles Pallís d'arròs/palma	
<b>SISTEMES</b>	<b>TANCAMENTS</b>	Mur de bloc d'adob (5*8*40 cms) col·locat a trencajunt independentment de la forma .  Acabat exterior i interior amb morter d'argila.			
		Entramat de branques i canyes de fusta unides per mitjà de corda d'escorça d'arbre.			
	<b>COBERTA</b>	Acabat exterior de palla d'arròs o amb fulla de palma col·locat de diferents sistemes en funció de la regió.			
		<b>DIVISÒRIES, ELEMENTS AUX</b>	Teixit de Kretting**		

**Taula 7.3.1.** Comparativa de la construcció tradicional de les diferents regions senegaleses.

*\*En el cas de País Bassari, per a la confecció d'aquesta taula, s'ha optat per escollir com a representació de la construcció de la zona les tècniques més esteses, cal tenir en compte però que cada ètnia té les seves particularitats.*

*\*\*Kretting: Entramat confeccionat amb canyes de bambú. Més resistent que la fulla de palma Té diverses aplicacions, les més comuns són divisions lleugeres, paraments que serveixen con a portes, bases de llits, etc.*

*FONT: [pdf]La construction en "matériaux locaux", Etat d'un secteur à potential multiple; DDC – Direction du développement et de la cooperation / Ouagadougou, Desembre 2005.*

*Experiència pròpia i testimonis*

*ELABORACIÓ: pròpia*



Figura 7.3.1



Figura 7.3.2



Figura 7.3.3.

**Figura 7.3.1.** Construcció Bassari

**Figura 7.3.2.** Construcció Bedik

**Figura 7.3.3.** Construcció Peul

*FONT:pròpia*



**Figura 7.3.4.** Assentament proper a Tambacounda

*FONT:pròpia*



**Figura 7.3.5.** Construcció a la regió de Ziguinchor.

Baixa Cassamance.

*FONT:pròpia*



## 8 CONSTRUCCIÓ ACTUAL A PAÍS BASSARI

### 8.1. LA VOLUNTAT D'UN CANVI

La voluntat d'un canvi en la construcció per part de les ONGDs respon a la necessitat de millorar diferents aspectes que generen desconfort en les persones que viuen en aquestes edificacions.

Per part de la població autòctona aquest canvi es motivat pel desig d'aparentar un estatus social, sense plantejar-se quina pot ser la repercussió sobre el medi de l'ús de determinats materials en determinades quantitats, i molt menys les conseqüències de l'oblit de les tècniques tradicionals i el rebuig dels recursos de la zona.

Aquest és el motiu principal que ens porta a estudiar quines són les tècniques i estratègies que s'estan utilitzant en l'actualitat, per part dels constructors autòctons i per part de les ONGDs per tal de poder avaluar les disconformitats que generen, en el cas de que així sigui, i millorar-les.

Cal tenir en compte que les dues parts no parteixen del mateix coneixement tècnic; Senegal va restar sota el control de diferents colònies Europees (França i Portugal) en els seus inicis, però mai no va comptar amb el mateix ritme d'evolució, ni social, ni política, ni econòmica ni tecnològica. Això ha comportat un cert endarreriment sobre el desenvolupament de molts aspectes que permeten que una societat esdevingui ciutadana d'un país considerat del primer món.

Han tingut de referència, però, durant anys països europeus amb uns models d'organització, a tots els nivells, molt diferents als seus, i també una tradició constructiva diferent; això els ha permès, però, créixer en molts àmbits, tot i que a una altra velocitat, també en l'àmbit tecnològic sent capaços d'assumir nou coneixement i noves pràctiques constructives que es reflexen en l' **arquitectura colonial**.

Això ha comportat que des d'un inici, centrant-nos en l'àmbit de la construcció, els constructors autòctons busquessin un cert mimetisme amb les tipologies i tècniques dels països colonitzadors, que han estat durant tant de temps un exemple, obviant completament que els recursos dels que disposen són diferents com també són diferents les condicions climàtiques i l'ús que es fa de les edificacions, de manera que els sistemes constructius no ens permeten obtenir els mateixos resultats en indrets diferents encara que els materials utilitzats i el sistema constructiu sigui el mateix.

Aquest coneixement, però, no arriba a tots els indrets de Senegal; com en el cas que ens ocupa, exceptuant Dindéfelo on si s'han localitzat moltes construccions de ciment i zinc, donat que la localització de certes poblacions són d'accés molt limitat i ha estat una tasca gairebé impossible la de fer arribar infraestructura que al mateix temps obrís les portes a aquest nou coneixement i serveis alhora que a les altres poblacions.

Així doncs, trobem un tipus de construcció que no respon de manera òptima a les necessitats de confort que es plantegen tot i que de manera aïllada puguin resoldre alguna d'aquestes disconformitats.

## 8.2. PLANTEJAMENT DEL CANVI

A partir de l'estudi de la construcció tradicional s'han plantejat tres casuístiques subjectes a estudi:

a) Com podem millorar, les organitzacions dels països del nord, les condicions de confort de la construcció tradicional de País Bassari utilitzant els materials tradicionals aportant coneixement tecnològic ( veure **Annex 5\_Posta en obra, apartat 4**).

b) Com poden millorar els constructors autòctons les condicions de confort amb la introducció de nous materials ( veure **Annex 5\_Posta en obra, apartat 5**).

c) Com podem millorar, les organitzacions dels països del nord, les condicions de confort de la construcció tradicional de País Bassari, treballant amb els nous materials introduïts en la construcció amb la aportació de coneixement tecnològic ( veure **Annex 5\_Posta en obra, apartat 6**).

Disfuncions		HUMITATS PER CAPIL·LARITAT	PÈRDUA DE MATERIAL	RESISTÈNCIA DEFICIENT	PRESENCIA DE MICROORGANISMES (podridió/tèrmits)	PRESENCIA DE PETITS ANIMALS DE CAMP	CONFORT HIGROTÈRMIC
Actors		Inexistència de fonaments	Elevada pluviometria	Desconeixement tecnològic	Materials orgànics sense tractament	Inexistència de fonaments	
ONGDs	MATEIXOS MATERIALS + NOU CONEIXEMENT	-Noves tècniques constructives (drenatges amb pedra i grava, etc)	- Altres tècniques constructives (BTC - Bloc de terra comprimida).	-Aportació tècnica ens els processos de construcció	-Ventilació	-Noves tècniques constructives (sobre fonamentació)	-Ventilació creuada -Protecció de la radiació solar
CONSTRUCTORS AUTOCTONS	NOUS MATERIALS	-Bloc de ciment -Solera de formigó	-Bloc de ciment -Coberta de zinc ( <i>esdevé un problema acústic</i> )	-Bloc de ciment	-Solera de formigó (com a barrera termílica)	-Solera de formigó	-Porticons metàl·lics
ONGDs	NOUS MATERIALS + NOU CONEIXEMENT	-Utilització d'estabilitzadors per als blocs d'adob -Fonamentació	-Utilització d'estabilitzadors per als blocs d'adob	-Aportació tècnica ens els processos de construcció -Morter de ciment	-Barreres termítiques (capa de morter de ciment / protecció de la fusta ) -Detall constructiu		-Ventilació creuada -Protecció de la radiació solar

**Taula 8.0.** Resum de les accions de tractament de les disfuncions constructives.

FONT: *Institut Jane Goodall (IJG) Departament de Bio Construcció, Senegal / Testimoni d'Abdou Mawa Ndiaye, Tècnic de Joventut de la Generalitat de Catalunya des de l'any 2000, entre d'altres (veure bibliografia) /*

*Experiència pròpia*

*ELABORACIÓ: pròpia*

### 8.3. ACCIONS DE CANVI

En aquest apartat es mostren diferents estratègies d'accions de canvi que s'han plantejat i posat en pràctica per part dels constructors autòctons i per part de les ONGDs.

Recullen tres punts importants per un objectiu comú principal:

Reducció del temps de construcció	➔	↓ COST TOTAL
Millora del confort		
Perllongament de la vida útil de l'edificació		

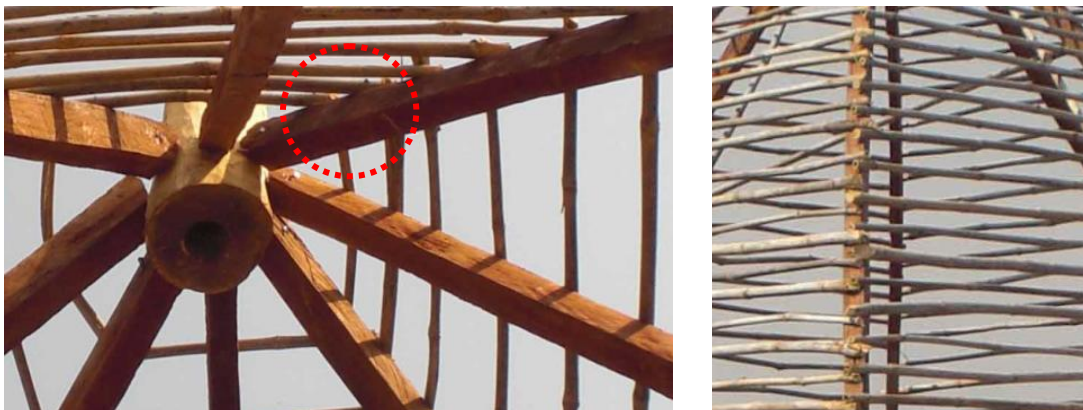
**Taula 8.3.1.** Accions de canvi

FONT: pròpia / testimonis

#### 8.3.1. REDUCCIÓ DELS TEMPS DE CONSTRUCCIÓ

- UNIONS CLAVADES

L'execució d'una unió d'aquest tipus per mitjà de claus acaba sent més ràpida que si es realitza mitjançant el mètode tradicional. Així doncs, per una banda reduïm en temps d'execució i reduïm el nombre d'operaris treballant en aquesta fase de la obra.



**Figura 8.3.1.1.** Detall de l'estructura de la coberta. Unions clavades.

FONT: Institut Jane Goodall (IJG), Departament de Bio construcció, Senegal.

- UTILITZACIÓ DE RECURSOS PROPERS

L' utilització de recursos autòctons permet un estalvi de temps, especialment en concepte de confort. Si aquests recursos autòctons els entenem com a recursos "orgànics", els quals no requereixen grans processos de transformació també obtenim un estalvi de temps en la confecció de l'element constructiu.

Al mateix temps, estem sent respectuosos amb el medi, perquè en ambdós processos, transport i confecció, reduïm el nombre d'emissions de CO2 a l'atmosfera, entre d'altres emissions, com es pot veure en l'**annex 6\_ACV, Anàlisi del Cicle de Vida**; el resultat és encara més favorable si s'utilitzen recursos autòctons de regeneració ràpida.



### 8.3.2. INTRODUCCIÓ DE NOUS ELEMENTS I SISTEMES EN PRO DEL CONFORT

- PROTECCIÓ CONTRA PETITS ANIMALS DE CAMP

ACT. AUTÒCTONA	Fonamentació amb solera de formigó (recrescut sobre el nivell de terra)
----------------	---

- PROTECCIÓ CONTRA ELS TÈRMITS – BARRERES TERMÍTIQUES

ACT. AUTÒCTONA	Fonamentació amb solera de formigó (recrescut sobre el nivell de terra)
ONGDs	Utilització de morter de ciment

- PROTECCIONS SOLARS

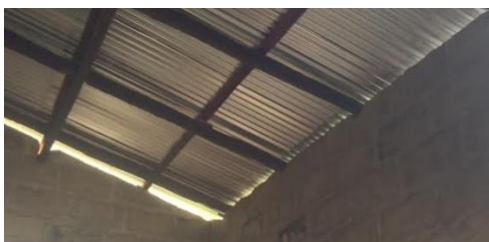
Ens permeten tenir un cert control sobre el confort higrotèrmic de l'edificació. Treballem sobre la els guanys tèrmics , la ventilació creuada, etc.

ACT. AUTÒCTONA	Porticons Metàl·lics Vols de coberta / porxos
ONGDs	Porticons Fusta, fulla de palma, bambú, etc.

### 8.3.3. PERLLONGAMENT DE LA VIDA ÚTIL DE L'EDIFICACIÓ

- MILLORA DE LA IMPERMEABILITZACIÓ

ACT. AUTÒCTONA	Cobertes de Zinc	
	Ús de Ciment	
	Acabats exteriors (morters)	<b>c</b>
	Fonamentació (lloses)	
	Murs (blocs de ciment)	<b>d</b>
ONGDs	Ús de ciment	
	Acabats exteriors (morters)	<b>c</b>
	Fonamentació (capa d'anivellació)	<b>a</b>
	Estabilitzador (Bloc d'adob + ciment)	<b>b</b>



**Figura 8.3.3.1.** Construcció de coberta amb xapes de zinc. Sobre una estructura de biguetes de fusta

FONT: Pròpia



### a. ÚS DE CIMENT EN LA FONAMENTACIÓ

D'aquesta manera minimitzem el problema de filtracions d'aigua per capil·laritat.

Aquesta sobre fonamentació deixa un espai interior que s'omplirà amb pedres de grans diàmetres i s'anirà reomplint les capes més superficials amb grava i pedres de diàmetre molt petit fins a fer el forjat final.



**Figura 8.3.3.2.** Fonaments de la construcció actual realitzada per ONGD  
FONT: Institut Jane Goodall (IJG), Departament de Bio construcció, Senegal.

**Figura 8.3.3.3.** Filtracions per capil·laritat en mur de fàbrica d'adob.  
FONT: pròpia



### b. ÚS DE CIMENT COM A ESTABILITZADOR DE LA FÀBRICA D'ADOB

La millor composició per als blocs d'adob és la següent:

**50% sorra**

**30% llim**

**20% argila**

Ciment	50 – 100 Kg/cm <sup>2</sup>	< 10%
Cal	30 – 80 Kg/cm <sup>2</sup>	4 – 10 %
Asfalt	15 – 60 Kg/cm <sup>2</sup>	1 – 2 %
Fibres -Palla -Encenalls de bambú	5 – 20 Kg/cm <sup>2</sup>	< 30 %
Químics	15 – 400 Kg/cm <sup>2</sup>	1 – 7%
Fems		10%

**Taula 8.3.3.1.** Resistències a compressió d'adobs estabilitzats.

FONT: [pdf] *Sistemas constructivos autoctonos en ecoturismo*, pag 6. [www.ecohabitar.org](http://www.ecohabitar.org) – Descàrregues/construcció / Copyright EcoHabitat. All Rights Reserved

**c.ÚS DE CIMENT EN ACABATS EXTERIORS**

<b>Terra + Ciment</b>	<b>1:10</b>
Terra + Cal	1:15 a 1:10
Sorra + ciment + cal	10, 1, 3
Guix + sorra + ciment	1, 10, 1

**Taula 8.3.3.2.** Composició dels ciments

FONT: [pdf] *Sistemas constructivos autoctonos en ecoturismo*, pag 6. [www.ecohabitar.org](http://www.ecohabitar.org) – Descàrregues/construcció / Copyright EcoHabitat. All Rights Reserved

**d.ÚS DE BLOCS DE CIMENT COM A OBRA DE FÀBRICA PER A LA CONSTRUCCIÓ DELS MURS**



**Figura 8.3.3.4.** Construcció amb bloc de formigó.  
e=10cm

FONT: Pròpia

▪ **INTRODUCCIÓ DE NOUS MATERIALS / MATERIALS TRADICIONALS EN NOVES APLICACIONS**

<b>ACT. AUTÒCTONA</b>	Zinc Cobertes
	Ciment Fonamentació Murs
<b>ONGDs</b>	Plàstics Cobertes
	Bambú Potenciació del material per a nous elements constructius

## 9 CONSIDERACIONS I PROBLEMÀTIQUES

### 9.1. CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL

Com es pot veure a la **Taula 7.3.1** de l'apartat **7.3. Comparació de les tecnologies constructives segons la regió**, hi ha una similitud evident entre les diferents àrees d'estudi.

Els principis constructius del sud-est del país es fonamenten en els mateixos conceptes:

- Control higrotèrmic, principalment amb materials amb inèrcia tèrmica
- Forma circular, que confereix a l'edificació compacitat.
- Sistemes transpirables que eviten problemes d'humitats intersticials.

De la mateixa manera comparteixen problemàtiques. Les principals deficiències d'aquests sistemes constructius son els següents:

#### **-Inexistència de fonamentació**

- Humitats per capil·laritat als murs i al forjat.
- Presència de petits animals de camp (ratolins, rates, gripaus, rèptils, etc)

#### **-Vida útil / durabilitat natural baixa**

- Exposició solar continua i agressiva sobre materials orgànics que produeix una degradació més accelerada.
- Pèrdua de material dels murs degut a les abundants pluges durant l'època de pluges; especialment a l'arrencada del mur (zona exposada de manera continuada a l'escorrentia de l'aigua).
- Pèrdua de material de coberta conseqüència d'un procés de pudrició per ventilació deficient.

#### **-Elements constructius amb alts continguts de cel·lulosa exposats a la intempèrie sense cap tipus de tractament.**

- Presència de tèrmits en la majoria d'edificacions.

#### **-Abundants fissures als murs (el sistema pot col·lapsar i esfondrar-se).**

- Resistència deficient dels blocs degut a una composició incorrecta.
- Inexistència, en alguns casos, de peces especials en l'execució d'alguns elements constructius (p.e: dintells, etc).
- Mala execució dels sistemes

## 9.2. CONSTRUCCIÓ ACTUAL

Vegis en l'anterior apartat (*apartat 8\_Construcció actual a País Bassari*), la prioritat principal de la població autòctona a l'hora de començar una nova construcció és reduir els costos al màxim, al mateix temps que es redueix el temps d'execució, es milloren les condicions de confort i s'augmenta la vida útil de l'edifici, prenent un estil totalment europeu.

Tal cosa es difícil d'aconseguir sense penalitzar algun dels principals objectius que es plantegen, el qual acostuma a ser el confort.

### TANCAMENTS

L'ús del bloc de ciment es cada vegada més etes en la construcció actual a Senegal. En funció del pressupost que disposi la família aquest es comprarà o bé es confeccionarà a l'obra, com es fa amb els blocs d'adob.

En el darrer cas, l'opció més econòmica, normalment la terra utilitzada per a la confecció de blocs no és bona, és només sorra tamisada directament del terra que posteriorment es mesclarà amb el ciment per fer els blocs de fàbrica.



Aquesta sorra té un elevat contingut de residus com branques, pedres i altres elements que redueixen d'una manera clara les prestacions mecàniques i tèrmiques del bloc; obtenint, després del procés d'amasat amb aigua una obra de fàbrica molt fràgil.

De la mateixa manera que passa amb l'adob, si la composició no és bona i el material no es l'adient l'element resultant no respondrà d'una manera adequada a les sol·licitacions mecàniques de l'edifici. Una correcta execució, així com conèixer i respectar els temps de cada procés durant la confecció dels elements constructius esdevé de vital importància per evitar una ruptura fàcil dels blocs.

*Figura 9.2.1. Dona tamisant sorra per la composició dels blocs.*

*FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>*

### COMPORTAMENT TÈRMIC

El bloc d'adob elaborat amb una mescla de terra i palla, té una resistència a la conductivitat tèrmica bastant bona, amb valors entorn dels **0,41 W/m2K** per un bloc de 10 centímetres de gruix. Té una conductivitat baixa, de manera que la transmissió de calor és difícil.

Aquesta composició (argila i palla) fa que en l'interior del bloc es continguin petites bosses d'aire que són les que permeten una millor resistència al pas del calor, per la qual cosa la temperatura a l'interior de l'edifici és lleugerament menor que a l'exterior i és manté un ambient fresc si ho combines amb una **adequada ventilació**.

Afegir ciment a la composició millora les prestacions del bloc respecte a al permeabilitat del bloc, ja que el grau de permeabilitat disminueix, però al mateix temps empitjora la conductivitat tèrmica, ja que les petites bosses d'aire que s'originaven en l'interior de la fàbrica ara s'omplen de ciment i s'eliminen aquestes petites barres d'intercanvi de calor. Assolint uns valors de **1,05 W/m2K**.

## COBERTA

	AVANTATGES	INCONVENIENTS
TRAD + ONGDs (coneixement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El cost de construcció és baix</li> <li>-Mimetisme amb l'entorn</li> <li>-Impactes ambientals baixos</li> <li>-La palla com a acabat de coberta ajuda al control tèrmic conferint a la coberta un grau d'aïllament tèrmic</li> <li>-El bambú com a acabat de coberta permet una millora de l'estanquitat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Impermeabilització deficient si no s'executa de manera correcta (en ambdós casos)</li> <li>-Requereix de mà d'obra especialitzada (tècnica complexa)</li> </ul>
ACTUAL AUTÒCTONA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Millorem l'impermeabilització de la coberta, ja que els metalls són materials estancs</li> <li>- Allarguem la vida útil de la coberta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Comportament deficient en quant a confort tèrmic es refereix, ja que al tenir temperatures mitjanes diàries al voltant dels 30°C durant tot l'any, l'edificació és comporta com un forn, donat que el metall és un molt bon conductor tèrmic</li> <li>-No mimetisme amb l'entorn</li> <li>-Impactes ambientals elevats</li> <li>-Desconfort acústic (+)</li> </ul>
ACTUAL ONGDs	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El cost de construcció és baix</li> <li>-Mimetisme amb l'entorn</li> <li>-Impactes ambientals baixos</li> <li>- La palla ajuda al control tèrmic conferint a la coberta un grau d'aïllament tèrmic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Impermeabilització deficient si no s'executa de manera correcta</li> <li>-Requereix de mà d'obra especialitzada (tècnica complexa)</li> </ul>

**Taula 9.2.1.** Comparativa dels aspectes negatius i positius de les diferents tipologies de coberta

**FONT:** Annexes 3, 4, 5: Materials amb tradició constructiva, Materials sense tradició constructiva i Posta en obra.

**ELABORACIÓ:** pròpia



## B. FORMULACIÓ DE LA PROPOSTA

### 10 POSTURA BIOCLIMÀTICA

#### 10.1. CONFORT

Segons la Gran Enciclopèdia catalana:

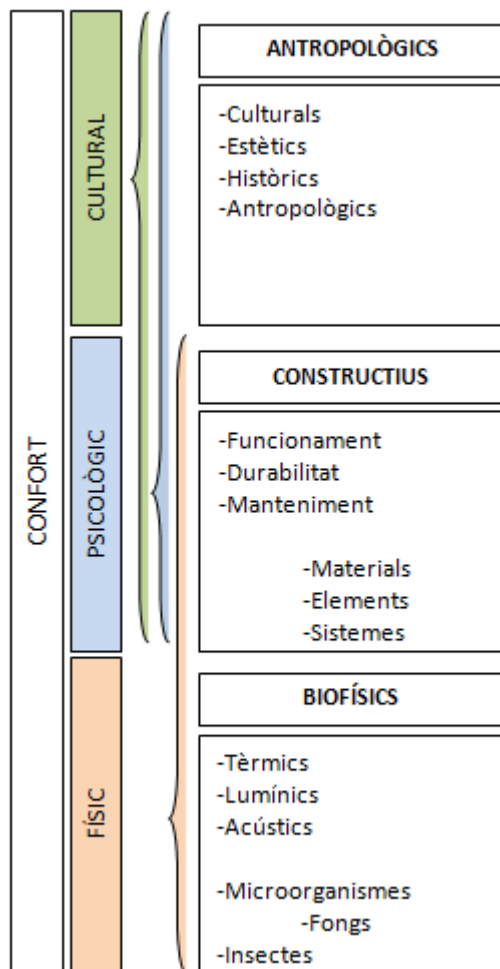
**CONFORT**

*confort (es), confort (en)*

*Absència de tot allò que pot constituir una molèstia o incomoditat material, disposició de les coses adreçades a proporcionar un benestar físic més gran.*

**NIVELL DE CONFORT**

*Mesura de la sensació de comoditat proporcionada, generalment, per factors ambientals, com ara la temperatura, el soroll, la llum, etc.*



En efecte, el nostre objectiu és treballar amb els materials adequats conformant els elements apropiats per crear sistemes constructius que ens permetin que els usuaris gaudeixin de l'edificació en confort.

Puntualitzant:

-Es considera que el confort no només consistirà en un benestar físic, també psicològic i cultural;

- S'assumeix que els únics aspectes que tractarem no seran només factors ambientals com la temperatura, el soroll i la llum, sinó també altres aspectes que ens ajuden a assolir "el confort" , com per exemple factors de salubritat: humitats, microorganismes (fongs, tèrmits, etc).

**Figura 10.1.1.** Classificació dels tipus de confort

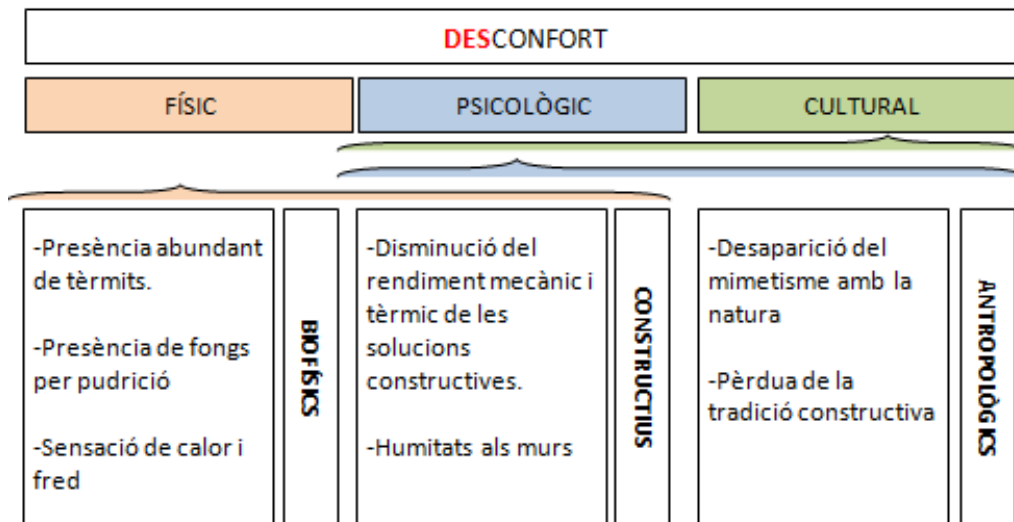
FONT:[pdf] *Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura*, María Lopez de Asiain Alberich; <http://ubonline.aqs.up.mx/>

## 10.2. NIVELL DE CONFORT

Determinar el nivell de confort no és una tasca fàcil, donat que la sensació de confort és molt subjectiva.

Tots els factors que en el seu conjunt comporten l'obtenció del nivell de confort sovint és difícil conjugar-los en una mateixa proposta, així doncs, s'intenta aconseguir la confluència del màxim nombre d'aquests factors per aconseguir àmpliament els requeriments que s'hagin plantejat.

Es necessari llistar tots aquells aspectes que generen desconfort.



**Figura 10.2.1.** Classificació dels elements de desconfort en la construcció actual de País Bassari.

FONT: pròpia

ELABORACIÓ: pròpia.

## 10.3. A ASSOLIR

El que es pretén amb el desenvolupament de la segona part de l'estudi, *proposta de millora*, és aconseguir donar resposta als diferents punts de desconfort que hem detectat en l'edificació actual a País Bassari i que hem recollit de manera esquemàtica en l'apartat anterior (veure **taula 10.1.2.**).

Es pretén una millora de les condicions de temperatura i humitat interior tenint en compte que els sistemes constructius tradicionals responen d'una manera bastant bona a aquest requeriment, de manera que la prioritat és donar resposta a les problemàtiques que se'n deriven d'una falta de coneixement tècnic o dels materials deficientes o amb una vida útil curta intentant millorar les condicions tèrmiques interiors en la mida en que ens sigui possible.



## 11 UTILITAT, FUNCIONALITAT I ÚS

### 11.1. UTILITAT

#### PER QUÈ VULL "L'EDIFICI"?

##### 11.1.1. CALENDARIS AGRÍCOLES DE TREBALL I HORARIS D'ACTIVITATS

Per poder plantejar una proposta de millora sobre el sistema constructiu actual es necessari determinar quina utilitat li donen a l'edificació els grups autòctons, ja que tot i que conceptualment una edificació sigui el mateix a l'Àfrica que a Europa, a efectes pràctics d'utilitat que se li dona no és la mateixa atenent a que les activitats de subsistència i de lleure són diferents i també ho són les circumstàncies en que es realitzen.

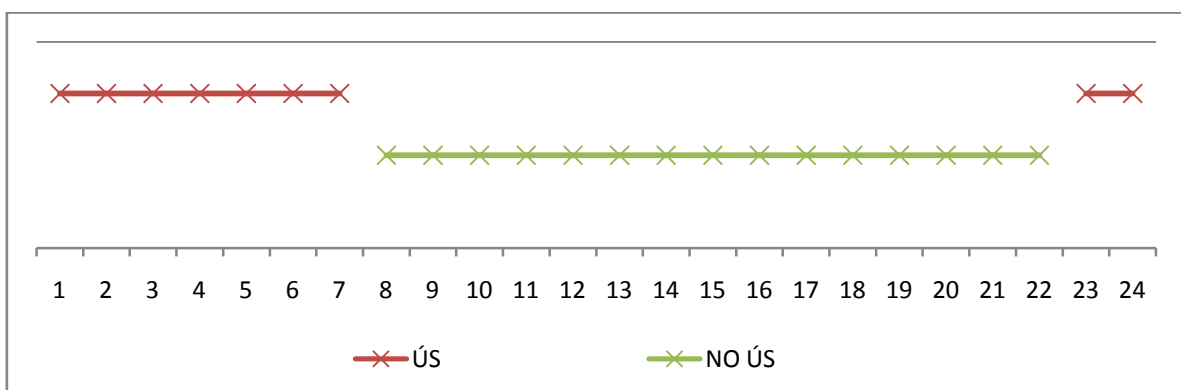
Així doncs, cal tenir en compte que la majoria dels assentaments viuen segons el calendari que marquen les collites en funció de l'època en que es trobin: època seca o època de pluges (**annex 8\_Utilitat**).

Queda pal·lès que durant l'època seca es poden realitzar treballs de construcció donat que la meteorologia (veure **annex 1\_Meteonorm**) ho permet i és aleshores que els homes destinen part del seu temps a la realització d'aquests treballs sense descuidar les tasques al camp que en determinats cultius es realitzen al llarg de tot l'any.

Durant l'època de pluges una varietat més elevada de conreus esdevenen de temporada i les tasques als camps ocupen gairebé la totalitat del dia en el cas dels homes.

De manera generalitzada la utilitat que se li atribueix a l'edificació és la de dormitori com es pot veure en la **gràfica 11.1.1.1**. Cal tenir en compte però, que donada la tendència creixent al sedentarisme d'una manera progressiva l'espai habitable esdevé cada vegada més habitable. Així doncs es comencen a donar situacions en que l'espai s'utilitza al llarg del dia (descans de les dones, especialment els Peuls) en moments en que les condicions de temperatura són més crítiques. I no s'està donant resposta a aquests moments.

A més, és molt important tenir present, que malgrat estiguin fora de casa i l'ús de l'estança sigui reduït, comença a créixer la tendència de treballar en petits comerços, i l'arquitectura d'aquests també és de zinc i ciment, per tant, es continua vivint una situació de desconfort, en aquest cas durant les hores més crítiques del dia, en quant a confort tèrmic es refereix.



**Gràfica 11.1.1.1.** Gràfic d'utilització de l'estança.

FONT: País Abdou Mawa Ndiaye / experiència pròpia

ELABORACIÓ: pròpia.

## 11.2. FUNCIONALITAT

### **COM ÉS “L’EDIFICI”?**

#### **11.2.1. IMPACTE AMBIENTAL**

L’impacte ambiental és una conseqüència de l’ús d’uns determinats materials que s’han extret i transportat, que han esdevingut un tipus d’element en concret, que ha estat confeccionat i transportat, per a construir un sistema constructiu específic.

Coneixent això, abans de projectar una nova edificació es convenient fer un estudi previ dels impactes que aquesta pot suposar per al medi ambient per tal de prendre decisions en fase de projecte que esdevinguin respectuoses amb l’entorn.

En el cas que ens ocupa, s’ha realitzat un anàlisi del cicle de vida de cadascuna de les construccions existents per saber els impactes associats a cada material, element i sistema referits a una mateixa unitat funcional per tal de plantejar una proposta de millora tenint en compte aquests impactes i aconseguint reduir-los al màxim.

S’ha determinat cada tipologia constructiva com un producte per tal de poder comparar-les, poder extreure’n les conclusions pertinents i poder prendre decisions per a la confecció de la proposta.

La unitat funcional definida per tal de poder fer la comparativa és la següent:

***m<sup>2</sup> habitable***

S’ha resumit l’impacte de cadascun dels materials en els corresponents annexes (**annexes 3 i 4 \_ Materials amb tradició constructiva i Materials sense tradició constructiva**), posant èmfasi en el procés d’extracció de la matèria prima ja que en l’ACV de SimaPro aquest impacte no s’ha considerat en el càlcul donat que la base de dades no és suficientment extensa en el cas del continent Africà, i és necessari tenir en compte algunes consideracions al respecte de l’extracció d’aquestes perquè acostumen a tenir associats un dels majors impactes.

A continuació parlem de l’impacte de cadascuna de les tipologies constructives; l’estudi detallat es troba en **l’annex 5 \_ ACV, Anàlisi del cicle de Vida**.

## ACV

El sistema tradicional és el sistema que té una càrrega ambiental menys elevada tot i que cal considerar punts que tenen un impacte elevat molt superior a altres tipologies, que afecta concretament als ecosistemes i ve donat per la quantitat de fusta utilitzada en la construcció.

La tradició constructiva marcada per una concepció d'una natura d'elevada robustesa els conduïa a pensar que la natura podia permetre's assumir qualsevol impacte ambiental amb fusta, i aquest fet a esdevingut un problema de desforestació greu que s'ha hagut de controlar a nivell governamental i ens força a limitar la quantitat de recurs de fusta utilitzada i a buscar alternatives a l'ús de la fusta.

Per altra banda, s'ha pogut comprovar la construcció actual autòctona té un impacte ambiental superior gairebé en totes les categories i això és degut a la gran quantitat d'energia incorporada que contenen materials com els metalls i el ciment. Donat l'abast que havíem determinat per al nostre anàlisi del cicle de vida, no s'ha comptabilitzat l'energia necessària en el procés d'extracció.

Les construccions que duen a terme les ONGDs intenten tractar el tema de la desforestació amb la introducció de nous materials que els confereixin unes prestacions semblants i que tinguin un impacte menys elevat sobre els ecosistemes, en aquest cas concret. El material per excel·lència esdevé el bambú si tenim en compte que a Senegal és un dels recursos més abundants, i com hem pogut veure en el punt anterior a nivell de material, amb una regeneració ràpida i sostenible si es respecten els temps de sembra i collita, i amb una infraestructura mínima per a la seva producció.

No hem de perdre de vista que les ONGDs també utilitzen materials com el ciment ja que contribueixen a la solució d'altres problemes que cal tractar per a millorar els nivells de confort, com ho és per exemple la inexistència de fonaments i els problemes d'humitats que se'n deriven, o la presència abundant de tèrmit; però les quantitats utilitzades són les necessàries per treballar en aquests problemes; no esdevenen els materials principals de la construcció.

Així doncs, un cop finalitzat l'anàlisi determinem que el treball que duen a terme les ONGDs actualment marca la línia de treball a seguir per continuar millorant les problemàtiques existents d'una manera respectuosa amb els recursos.

Tenint en compte que un impacte ambiental gairebé nul és molt difícil d'aconseguir, cal trobar l'equilibri entre la zona en què s'implanta el projecte i el que ens demana com a tal en funció de la gent que hi viu i els recursos que ens ofereix, els materials utilitzats i una tecnologia apropiada.

### 11.2.2. SIMULACIONS PRÈVIES

Com es pot veure en l'*annex 6\_Anàlisis de les diferents tipologies constructives*, cap de les edificacions estudiades prèviament ens permeten aconseguir uns resultats òptims.

Es determina el següent:

#### 1

La construcció tradicional treballant segons el concepte d'inèrcia tèrmica ens permet mantenir una temperatura interior prou constant, lleugerament inferior a la temperatura exterior donat els materials emprats i el gruix dels sistemes definits.

No obstant, la manca de ventilació d'aquest tipus de construccions fa que l'ambient interior es percebi humit i viciat, creant una sensació de desconfort en el moment d'utilització de l'estança.

Cal tenir en compte, però, que els materials emprats són coherents amb el sistema constructiu que s'aplica, ja que els materials utilitzats són del mateix ordre i en conseqüència s'obté un sistema transpirable, evitant condensacions intersticials. Així doncs, el percentatge d'humitat relativa interior esdevé per les humitats per capil·laritat donada d'inexistència de fonamentació.

#### 2

No succeeix el mateix amb la tipologia constructiva posada en pràctica per les ONGDs (cas específic estudiat) ja que estem treballant amb blocs d'adob millorats però acabem el sistema amb una projecció de ciment que no permet la transpiració del mur; conseqüentment, s'obtenen temperatures interiors una mica més elevades que en la tipologia anterior i augmenta el grau d'humitat interior.

No obstant, si s'apliquen estratègies bioclimàtiques (*ventilació creuada*) amb l'objectiu de solucionar aquest problema s'aconsegueix reduir el percentatge d'humitat relativa interior, millorant notablement la sensació de confort que es percep a l'interior.

En el següent *apartat 11.3.Us* es recull el funcionament d'aquestes estratègies.

#### 3

La construcció que s'està consolidant actualment a base de tancaments de ciment i coberta de zinc, és amb diferència la que pitjors resultats ofereix, ja que al utilitzar materials amb menys resistivitat el pas del calor és molt més fàcil, i al tractar amb temperatures molt elevades de manera constant durant tot el dia, fa que l'interior sempre estigui a una temperatura elevada, sense oblidar que la coberta de zinc comporta uns guanys exponencialment més elevats que qualsevol altra tipologia (no treballa segons el concepte d'inèrcia tèrmica).

El bloc de ciment, però, també gaudeix d'una certa inèrcia tèrmica, tot i que inferior a la del bloc d'adob, així doncs, al caure la nit la temperatura exterior que es lleugerament més elevada que a l'interior (donat l'energia es perd amb al mateixa facilitat amb la que es guanya) crea un flux d'energia del mur cap a l'interior augmentant la temperatura interior.

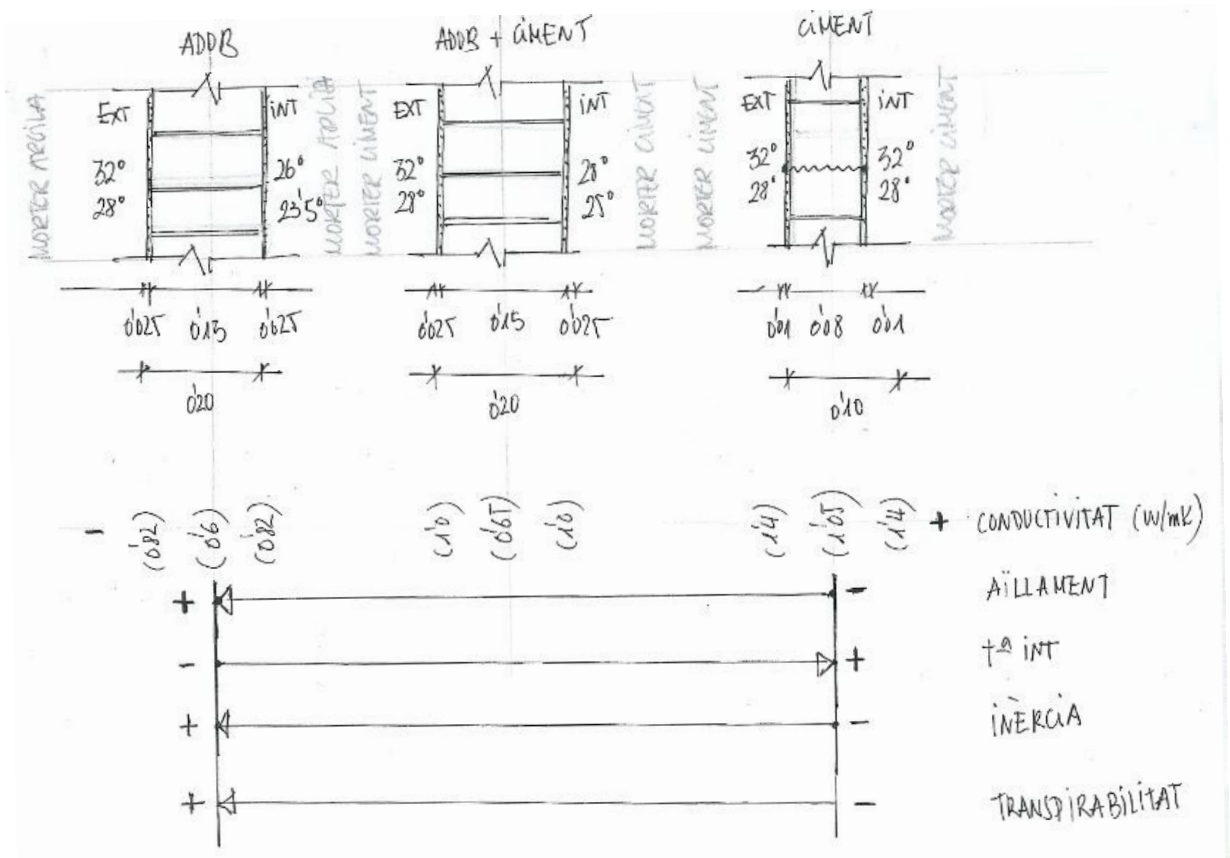


Figura 11.2.2.1. Comparació dels sistemes muraris Tradicional, ONGDs i actual, respectivament.

FONT: Design Builder, E+  
ELABORACIÓ: pròpia

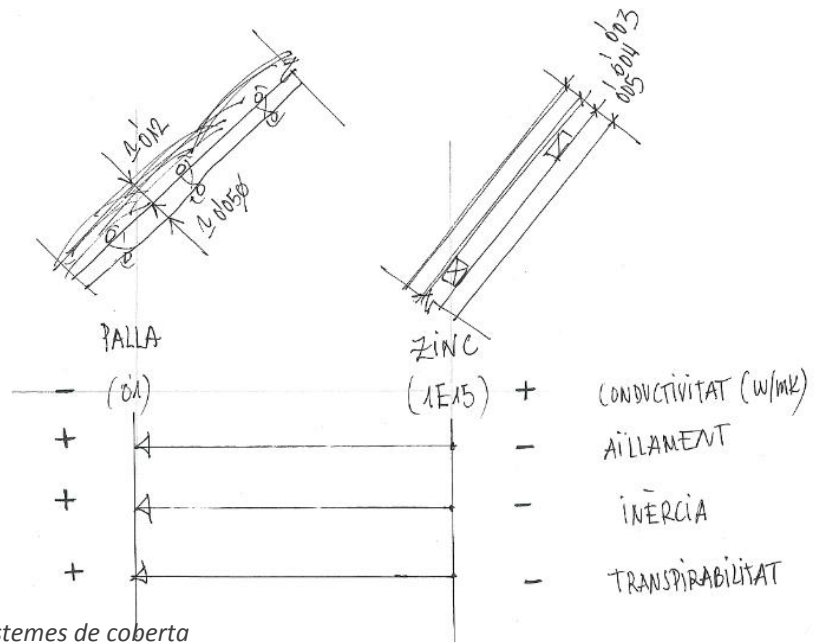


Figura 11.2.2.2. Comparació dels sistemes de coberta Tradicional, ONGDs i actual, respectivament.

FONT: Design Builder, E+  
ELABORACIÓ: pròpia

### 11.2.3. DEFINICIÓ DE LA PROPOSTA

#### ESTRATÈGIES

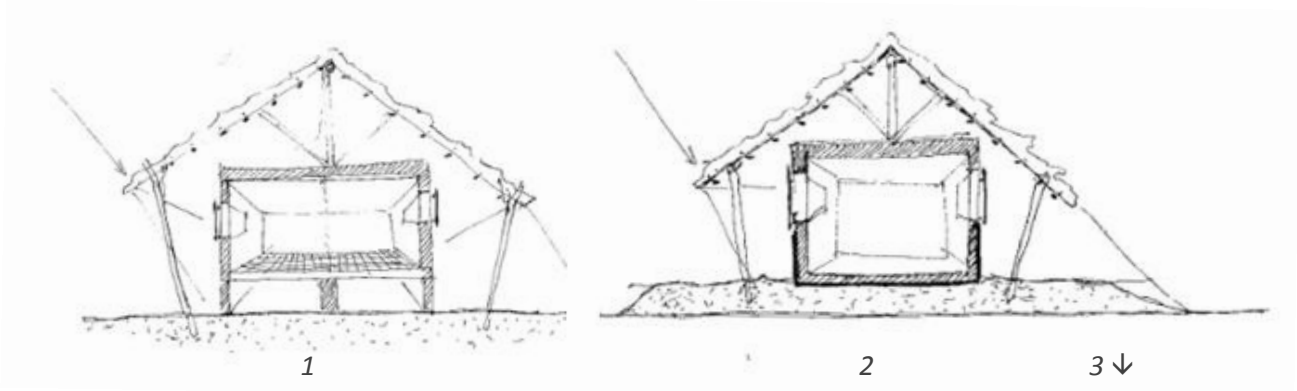
##### UBICACIÓ



**Figura 11.2.3.1.** Esquema ubicació  
ELABORACIÓ: pròpia.

Una posició elevada geogràficament, si el terreny ho permet, es preferible donat que no s'exposa l'edificació a l'escorrentia de l'aigua de manera constant i conseqüentment es redueix la pèrdua de material a les arrencades dels murs i les humitats per aquesta causa, de la mateixa manera és convenient elevar l'edificació sigui quina sigui l'ubicació per tal de protegir-se de l'escorrentia de l'aigua en l'època de pluges per evitar els problemes que s'acaben d'esmentar (extrapolable a l'element de forjat, veure **figura 11.2.3.2.**).

Aquesta estratègia és d'aplicació en moltes de les edificacions vistes en la zona del sud però la tecnologia no és l'apropiada i s'experimenten moltes pèrdues de material.



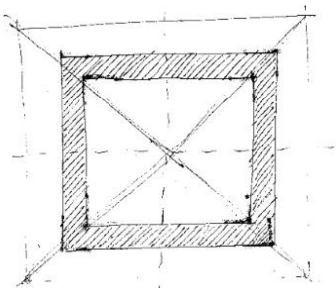
**Figura 11.2.3.2.** Solucions a l'escorrentia de l'aigua de pluja

- Elevació del forjat inferior [1]
- Protecció de l'arrencada de mur amb un material més impermeable [2]
- Sòcol. Elevació de l'edificació → terra / ciment / ... [2]
- Estratègies del tipus [3] ens ajuden a controlar que l'aigua no ens entri a l'interior.



ELABORACIÓ: pròpia.

##### FORMA

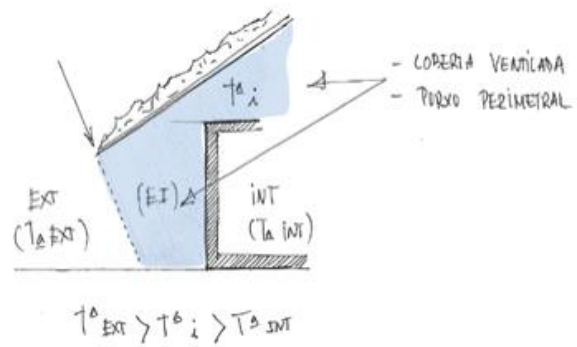


Es tendirà a construir amb plantes rectangulars o quadrades per tal d'aprofitar al màxim l'espai; aquesta decisió ve donada per la tendència que tenen els nuclis familiars a conviure en una mateixa edificació i aquest tipus de formes faciliten la divisió de l'espai en estances interiors; i per l'aparició de mobiliari la col·locació del qual en estances circulars era complicada al no tenir cantonades.

**Figura 11.2.3.3.** Plantes rectangulars  
ELABORACIÓ: pròpia.

CONFORT TÈRMIC INTERIOR

ESPAIS ENTREMITJOS



**Figura 11.2.3.4.** Esquemes d'espais entremetjós  
ELABORACIÓ: pròpia.

Els espais que denominarem entremetjós ajuden a regular la temperatura interior ja que actuen com espais amortidors al tractar-se d'espais exteriors coberts que permeten un flux d'aire constant i conseqüentment permeten un ventilació constant, al mateix temps que protegeixen l'estança de la radiació solar directa. (Veure **figura 11.2.3.2.**)

- ☒ Confort tèrmic
- ☒ Guanys per radiació
- ☒ Temperatura interior
- + ☒ Vida útil
- ☒ Humitat
- ☒ Processos de pudrició

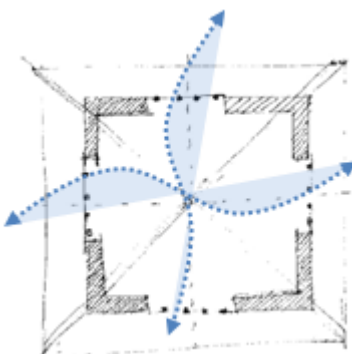
VENTILACIÓ CREUADA

Aquest flux es troba a una temperatura lleugerament inferior a la de l'aire exterior de manera que al passar per les obertures contribueix a la minoració de la temperatura (**l'annex 9 \_Funcionalitat**) dels diferents elements constructius, en aquest cas els murs.

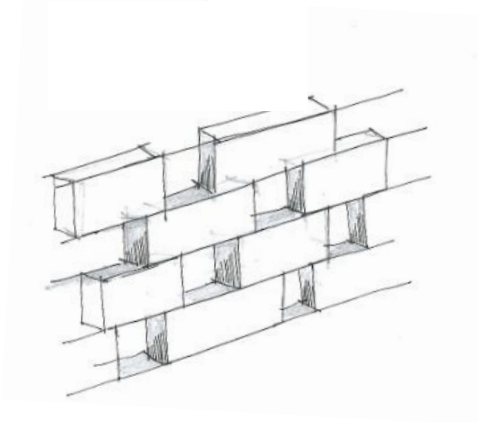
Es plantegen obertures en totes les orientacions amb el propòsit de reduir el guany energètic dels murs, però al mateix temps per reduir el percentatge d'humitat interior. Es localitzaran en orientacions oposades per crear el corrent d'aire segons el següent esquema:

Les obertures precisaran una sèrie d'acondicionants per resoldre altres paràmetres de desconfort com ho són la presència d'insectes a l'interior i la seguretat personal.

- ☒ Confort tèrmic
- ☒ Guanys per radiació
- ☒ Temperatura interior
- ☒ Ventilació

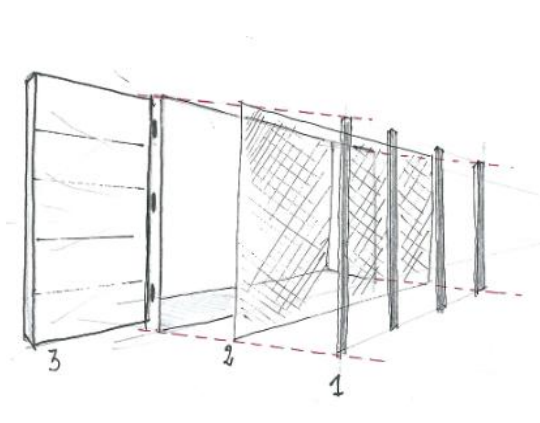


**Figura 11.2.3.5.** Esquema de ventilació creuada  
ELABORACIÓ: pròpia



**Figura 11.2.3.6.** "Muro conejero"

- ✓ Ventilació
- ✓ Il·luminació
- ✗ Insectes



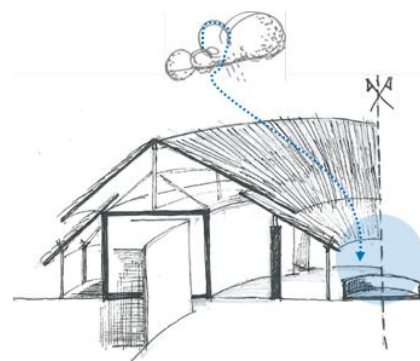
**Figura 11.2.3.7.** Condicionants de les obertures.

- [1] Reixes
- [2] Mosquiteres
- [3] Porticons

ELABORACIÓ: pròpia [dreta][esquerra]

RECOLLIDA D'AIGÜES

**Figura 11.2.3.8.** Esquema de la Maison Impluvium Sistema de recollida d'aigües.



ELABORACIÓ: pròpia

Com es pot veure a l'**annex 1\_Meteonorm** l'època seca avarca la major part de l'any, i en moltes regions genera problemes de sequera afectant als pous més superficials; és interessant plantejar estratègies de recollida d'aigua des de la construcció com s'ha fet en algunes edificacions a la Regió de Cassamance com es pot veure en les **figures 11.2.3.9 / 11.2.3.10** i en l'**annex 2\_Construccions properes**, ja que permetria a l'usuari preparar una reserva d'aigua durant l'època de pluges per al seu abastiment durant l'època seca, en alguns casos podria esdevenir una oportunitat de negoci i per tant una manera pràctica d'incentivar l'economia local.



**Figura 11.2.3.9.** Casa impluvium, coberta interior.

**Figura 11.2.3.10.** Casa impluvium. Estructura de coberta.

Vista exterior [esquerra] i interior [dreta] de l'estructura de la coberta per a la recollida d'aigua.

Els materials utilitzats per a la confecció de la coberta són els tradicionals a la zona de País Bassari.

Enampor, regió de Cassamance.

FONT: pròpia

Figura 11.2.3.9

Figura 11.2.3.10



## MATERIALS

Després de fer els estudis pertinents sobre els materials de la zona (veure **annex 3\_Materials amb tradició constructiva**), els materials nous que es van introduint a la construcció actual (veure **annex 4\_Materials sense tradició constructiva**), l'estudi d'ACV que s'ha realitzat sobre les tipologies constructives que en aquest treball son objecte d'estudi (veure **annex 5\_ACV, Anàlisi de Cicle de Vida**) i les simulacions energètiques pertinents (veure **annex 6\_anàlisis de les diferents tipologies constructives**) es pot determinar una clara línia a seguir en la construcció amb:

- Materials autòctons, de manera generalitzada
- Materials amb processos de regeneració ràpids : *adob, bambú, entre d'altres.*
- Nous materials , que ens permeten millorar significativament problemàtiques que generen una situació de desconfort *greu*.

### MATERIALS PROPOSATS

● Aigua	● Fusta	● Plàstic
● Argila	● Bambú	Metalls: <i>ferreteria</i>
● Sorra	● Fulla de palma	● Ciment
	● Pallís d'arròs	

## ELEMENTS

La falta d'infraestructura i el desconeixement de moltes tecnologies constructives ens porten a descartar tots aquells elements que no siguin de petit format, d'aquesta manera ens assegurem una treballabilitat còmoda i ràpida amb els elements i fàcilment transmissible a constructors locals ja que la seva tradició constructiva també ve marcada amb peces de petit format, bé siguin pedres i/o blocs d'adob en el sistema muràri o branques i canyes en el sistema de coberta.

- Elements confeccionats amb materials autòctons, de manera generalitzada
- Elements confeccionats amb materials amb processos de regeneració ràpids :  
*Adob, Bambú, Altres*
- Elements confeccionats amb nous materials, sense fer-ne abús, que ens permeten millorar significativament problemàtiques que generen una situació de desconfort *greu*.

### ELEMENTS PROPOSATS

● Bloc d'adob	● Entramats de fulla de palma/bambú
● Llistons de fusta	● Làmines de plàstic
● Bigues de fusta	● Bloc de Ciment
● Canyes de bambú	● Morter de ciment
● Feixos de palla	● Elements de ferratge (claus, candaus, etc)

## SISTEMES

Es descarten tècniques com el *mur de tapial* i *tècniques com el BTC* (bloc de terra comprimida) donat que requereixen més infraestructura i maquinària què, de manera autònoma, suposen un cost difícilment assumible.

Sense una formació prèvia de la població autòctona, es tendirà a fomentar tecnologies constructives millorades que donin resposta als diferents punts de desconfort que es plantegen i que mantinguin un nexa amb tecnologies tradicionals (veure l'**annex 2\_Construccions properes**) donat que aquesta es mostra reticent als canvis, quan aquests suposen un retorn a la construcció tradicional.

Cal tenir en compte que els materials orgànics de manera generalitzada tenen una durabilitat inferior per problemàtiques que es deriven d'humitats i microorganismes, principalment.

És important fer menció de la necessitat d'aplicar tractaments conservatius i preventius, de la mà de la sostenibilitat, als elements per allargar al vida útil d'aquests.

Fusta / bambú  
Palla

Tèrmits / pudrició  
Insectes / pudrició

Reduir el contingut de cel·lulosa  
↓ Humitat

SISTEMES ALTERNATIUS

- Sistemes muraris d'adobs millorats armat amb bambú
- Sistemes porticats amb pilars armats amb bambú → extrapolable a bigues i altres elements.
- Murs amb bales de palla

La següent figura (**figura 11.2.3.11.**) mostra una possible solució pensada en clau dels conceptes explicats anteriorment en aquest apartat, la descripció tècnica d'aquesta es troba detallada en l'**annex 9 funcionalitat**

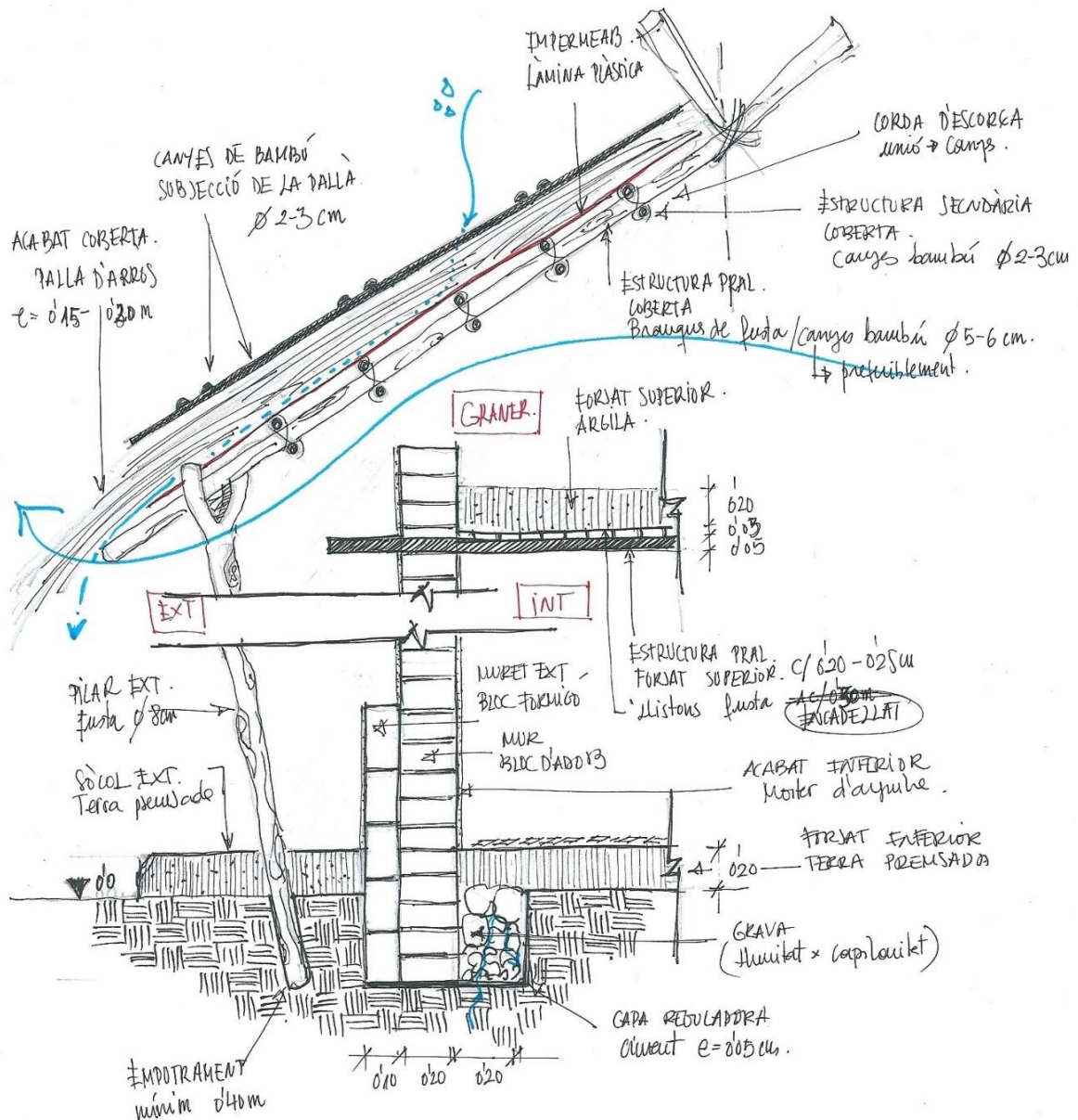


Figura 11.2.3.11. Esbòs a mà alçada de la secció constructiva de la proposta

ELABORACIÓ: pròpia

## COMPORAMENT

La coberta ventilada, totalment independent de l'espai habitable protegeix l'edificació de la radiació solar directa:

*-Forjat superior - coberta*

*-Murs – vols de coberta, generant un espai cobert entremig exterior.*

L'acabat exterior de palla té una conductivitat molt baixa, donat que és un bon aïllant tèrmic, d'aquesta manera l'espai entremig que es genera gaudeix d'una temperatura lleugerament inferior que a l'exterior, ja que l'element de coberta no transmet molta energia cap al "fals – interior".

La cambra d'aire que es crea és de grans dimensions, per tant la considerarem molt ventilada, això permet la generació d'un flux d'aire que passa per un espai en obra la temperatura del qual és inferior, de manera que es dissipin els guanys que tingui el forjat superior de l'estança ( en aquest cas no supera el kWh).

La coberta compta amb una làmina plàstica entre l'estructura de bambú i l'acabat de palla, per tal d'impermeabilitzar-la i reduir les infiltracions d'aigua.

Si el registre de vent fos més elevat podríem considerar l'eliminació d'aquesta capa donat que al comptar amb una cambra ventilada dunes dimensions tant gran en el cas que hi haguessin infiltracions podríem assumir-les perquè l'aigua s'evaporaria amb rapidesa sense penalitzar la durabilitat dels materials.

En el cas que ens ocupa, els valors registrats de vent són baixos, de manera que aquest procés esdevé molt més lent i el risc de pudrició i disgregació d'alguns materials és molt més elevat.

Tant els murs com el forjat superior, que en ambdós casos són d'adob (bé sigui en bloc com el cas dels murs o amorf) treballen per inèrcia tèrmica. El forjat superior al estar més protegit de la radiació es projecta amb un gruix de 0,15m aproximadament, els murs, en canvi, no seran menors de 0,20m.

D'aquesta manera la transmissió de calor a través dels murs cap a l'interior no es tan ràpida aconseguint l'esmoreïment de la temperatura i també absorbiran l'energia calorífica de l'ambient interior. Per tal d'expulsar aquesta energia i que els murs i el forjat no la tornin a cedir cap a l'interior es necessari comptar amb un bon sistema de ventilació.

Donat els recursos de partida, aquesta ventilació s'ha d'aconseguir de manera natural. Es projecten obertures en totes les direccions de l'edificació per creuar corrent d'aire en dos sentits. Preferiblement en l'orientació N / NW, segons els resultats obtinguts.

S'optimitza el funcionament per convecció i si'aconsegueix, conseqüentment, reduir la temperatura interior, al mateix temps que estem reduint el percentatge d'humitat interior, reduint les patologies que se'n deriven (fongs, pudrició d'elements orgànics, etc).

S'executarà un sòcol exterior amb bloc de ciment de 0,10m per tal de protegir el mur d'adob de l'escorrentia d'aigua durant l'època de pluges ja que és un material menys porós, i també per protegir-lo de la radicació en el cas que el vol de coberta no projecti sobre ell el 100% d'ombra.

La radiació solar que rebí el sòcol es convertirà en uns guanys determinats, en el nostre cas de l'ordre d'uns 3 kWh/m<sup>2</sup>, aquests guanys no es transmeten íntegrament de manera que els guanys del mur d'adob son menors.

S'executarà un arrebossat amb morter de ciment, o amb ciment projectat com acabat exterior del sòcol, per treballar de manera coherent per l'objectiu de conferir impermeabilitat a l'arrencada de mur.

A la resta de secció s'executarà un arrebossat d'argiles que confereixi transpirabilitat al mur i col·labori en la dissipació de l'energia continguda en aquest per l'efecte de la inèrcia tèrmica.

### 11.3. ÚS

#### COM UTILITZO "L'EDIFICI"?

##### 11.3.1. ASSOLEJAMENT I VENTILACIÓ

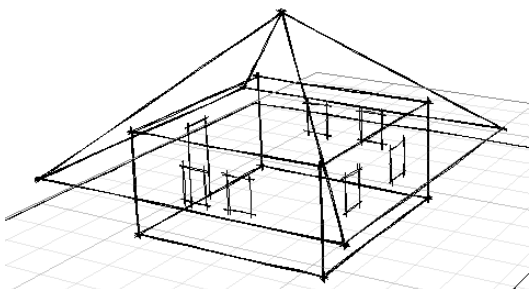
L'aportació d'energia calorífica dins d'una edificació o la limitació d'aquesta esdevé una necessitat en tant que afecta als nivells de confort hogrotèrmic mínim per als ocupants.

Cal preveure la **quantitat d'hores al llarg del dia que es rep radiació solar** a través dels sistemes de tancaments i de coberta i també a través dels buits en dits paraments.

El control sobre aquest punt s'obté treballant sobre els sistemes constructius i elements d'obertures i sobretot treballant amb les proteccions solars sobre aquests elements i sistemes aconseguint regular l'efecte del sol sobre la nostra edificació.

Per a l'obtenció de la informació d'assolejament s'ha utilitzat el programa *Autodesk Ecotect Analysis*, un software de disseny sostenible d'edificis utilitzat principalment per a millorar el funcionament d'edificis existents i nous edificis.

El programa permet treballar a diferents nivells: generació de geometries per al seu posterior anàlisi, implementació de zones i materials, llum artificial, llum natural, entre d'altres; ens permet definir el nostre projecte i treballar amb ell en pro d'assolir els objectius determinats.



**Figura 11.3.1.1.** Model utilitzat per a la simulació.

FONT: Autodesk Ecotect Anlaysia

ELABORACIÓ: Pròpia

Les finestres estaran obertes de manera permanent ja que les proteccions solars plantejades en funció dels resultats obtinguts anteriorment (*veure annex 6 anàlisi de les diferents tipologies constructives i annex 7 utilitat*) protegeixen de la radiació solar directa durant tota la jornada, de manera que les obertures estan en ombra permanentment i no tenim guanyos interiors directes.

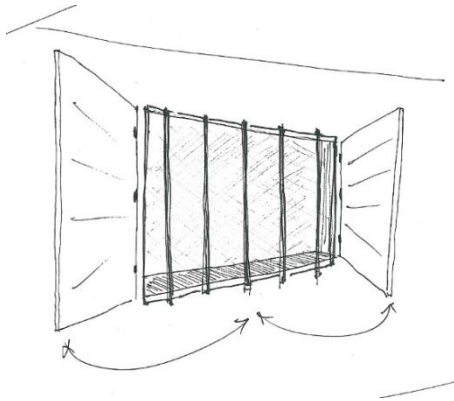
D'aquesta manera aconseguim una ventilació creuada constant, generant corrents d'aire a un temperatura lleugerament inferior a la temperatura exterior.

Per poder ventilar de manera constant cal preveure altres problemàtiques que es generen a partir d'aquest punt

La construcció tradicional només compta amb l'obertura d'accés a l'estança, per una qüestió de temor a problemes de seguretat personal, principalment.

Conseqüentment es penalitza:

- La ventilació
- La il·luminació interior



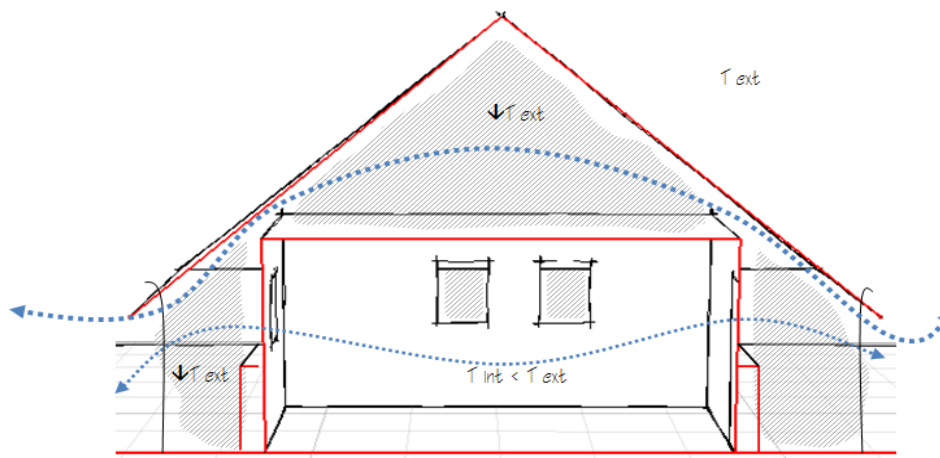
Casuística	Ús
Llarg període d'inhabitabilitat	Mosquitera + reixa + porticons (infiltracions)
Jornada fora de casa	Mosquitera + reixa (ventilació creuada natural constant)
NIT	Mosquitera + reixa +/- cortina (ventilació / protecció lumínica)

**Figura 11.3.1.2.** Detall a mà alçada d'una finestra Reixa, mosquitera i porticons exteriors.

FONT: Autodesk Ecotect Anlysis  
ELABORACIÓ: Pròpia

Cal abordar aquestes problemàtiques en pro de la millora del confort general. Es disposen:

- Reixes exteriors que no permetin l'accés a l'interior mentre els ocupants estan fora de l'estança
- Mosquiteres que ajudin a reduir l'entrada d'aràcnids, petits rèptils, entre d'altres
- Porticons exteriors per tal de protegir l'interior en el cas que els ocupants hagin de passar una temporada llarga fora de casa, ja que d'aquesta manera visualment ningú no pot controlar quins objectes personals es posseeixen.



**Figura 11.3.1.3.** Esquema de ventilació i protecció solar

FONT: Autodesk Ecotect Anlysis  
ELABORACIÓ: Pròpia



## 12 TREBALL DE CAMP A SENEGAL

*Aquest projecte va néixer arrel del DAC (Diploma d'Ampliació de Competències) de sostenibilitat del qual em vaig matricular el semestre de tardor del curs 13-14, tutoritzat per Antoni Caballero i Mestres, Licinio Alfaro i Oriol Paris. I finalment els dos primers van esdevenir els tutors del treball que ara mateix esteu llegint.*

*A mida que aquest petit estudi va anar creixent se'm va fer necessari poder justificar tota la informació que estava tractant des de el meu petit espai de treball, a través de portals d'internet i muntanyes de llibres, amb una experiència real.*

*Conèixer de primera mà la problemàtica que ens estàvem plantejant poder millorar, per tal de reconèixer en mi mateixa quina es la situació real de desconfort de les edificacions a la regió sud de Senegal, i poder recollir tots els testimonis possibles.*

*Aquesta experiència queda reflexada en el darrer annex **Annex 11\_ Treball de camp a Senegal.***

**Patricia Font Martin**

## 13 NOVES LÍNIES DE TREBALL I RECERCA

Paral·lelament a l'estudi realitzat han quedat obertes algunes línies de treball que per falta de temps i mitjans en aquesta ocasió no ha estat possible desenvolupar; entre elles destaco:

- 1** Elaboració a partir del document generat d'un manual informatiu de la construcció tradicional al sud de senegal i les situacions de desconfort que no queden resoltes, establint les bases per a la seva resolució.
- 2** Projecte executiu d'una edificació construïda amb recursos autòctons que respongui a totes les problemàtiques plantejades acomplint els paràmetres que s'han determinat essencials per aconseguir aquesta millora de confort.
  - 2.b.** Incloent propostes de recollida aigua per abastir poblacions durant l'època seca.
- 3** Estudi de tractaments naturals aplicables al bambú per a la seva protecció contra els tèrmits, donat que és un material de regeneració molt ràpida, i en conseqüència molt sostenible, que té una durabilitat reduïda a causa d'aquests insectes.
- 4** Projectes de sensibilització de la població autòctona sobre sostenibilitat i conservació del medi dins de l'àmbit de la construcció remarcant importància de la recuperació de tècniques constructives així com la recuperació de la construcció amb materials autòctons aconseguint edificacions sostenibles, que responen a les seves necessitats sense que això comporti un sentiment d'inferioritat social.
- 5** Formacions tècniques sobre noves tecnologies constructives i tecnologies constructives tradicionals millorades. El primer curs d'aquestes formacions s'ha dut a terme aquest any de la mà dels germans Jose i Caro Moyano, amb la col·laboració de la **universitat d'Alacant i Orihuela** qui participa activament amb l' **Institut Jane Goodall**.
- 6** Estudi de diferents sistemes constructius que responguin a les situacions de desconfort plantejades fent èmfasi en el coeficient de retorn d'aquests per veure si es possible una reutilització dels elements / materials.
- 7** Estudi complert del funcionament de la ventilació per mitjà de programes de simulació energètica com per exemple *Design Builder*, que treballen amb **dinàmica de fluids**, per tal de definir el comportament exacte de la ventilació d'aquestes edificacions i de quina manera contribueixen al confort higrotèrmic de l'edificació.





## 14 CONCLUSIONS

Queda palès la importància d'una construcció sostenible amb el medi, així com la importància que adquireixen els projectes de sensibilització i formació al respecte d'aquest àmbit amb les diferents poblacions autòctones per tal de poder continuar aquest camí de sostenibilitat constructiva que es pretén consolidar en zones on és més important mostrar un estatus social que la conservació dels recursos.

És important que el sector de la construcció, un sector que depèn dels recursos que el planeta ens ofereix, sigui especialment conscient de les repercussions que representen l'ús, i de manera generalitzada, l'abús d'aquests recursos i actuar en conseqüència, ja que un problema mediambiental local repercuteix de manera global. Avançant-nos a una possible repercussió negativa sobre el medi, per mitjà de diferents programes podem calcular l'impacte ambiental de l'edificació i d'aquesta manera reduir-lo prèviament a l'execució del projecte.

D'una manera generalitzada es tradueix aquesta voluntat de reducció en:

- L'ús de recursos autòctons de la zona d'implantació del projecte
- L'ús de recursos, que preferiblement, tinguin uns processos de regeneració ràpids
- L'ús de tecnologies apropiades amb la zona d'aplicació

D'aquesta manera s'aconsegueix:

- 1** Una construcció que procura un mimetisme amb la natura reduint l'impacte visual al mateix temps que es redueixen els residus propis d'una construcció donat que els recursos amb els que treballem tenen un alt coeficient de reutilització.
- 2** La reducció de l'impacte generat pels processos de transport, principalment.
- 3** La potenciació de l'economia de la zona.
- 4** La desacceleració de l'esgotament de recursos.

Per l'acompliment dels objectius plantejats, que són perfectament assolibles, es recuperaran i s'introduiran estratègies bioclimàtiques que se sumen a les premisses de partida anteriors.

I a nivell constructiu serà interessant valorar la recuperació de tècniques constructives perdudes en aquest procés de canvi cap a una construcció de ciment i zinc, de les quals se'n conserven exemples en diversos indrets del sud de Senegal, i que responen a la línia de treball plantejada.

Es proposa:

Una construcció protegida per un embolcall desvinculat de l'espai habitable per tal de protegir el màxim possible aquest espai de la radiació solar directa ja que materials amb una resistivitat elevada no assoleixen uns resultats òptims per si mateixos si no van acompanyats d'altres estratègies.

Es planteja, doncs, una coberta ventilada que desenvoluparà la funció d'amortidor tèrmic, amb un vol suficient que al mateix temps protegeixi els murs, tant de la radiació solar com de la pluja creant un espai entremig cobert perimetral.

L'Adob, la palla, la fusta i el bambú es mantenen com a principals materials de la construcció.

No obstant es planteja la introducció de materials tradicionals assumint noves funcions constructives, així com la introducció de nous materials en petits elements per millorar altres aspectes de desconfort que es generen a partir d'unes condicions climàtiques extremes, com humitats, pèrdues de material, entre d'altres.

<p><b>Embolcall desvinculat</b></p> <p>Coberta ventilada Porxo perimetral</p>	<p><b>Millora del confort higròtermic</b></p> <p>Protecció de la radiació solar directa Reducció els guanys energètics dels murs i coberta -Reducció T<sup>a</sup> int</p> <p>Ventilació creuada constant Reducció els guanys energètics dels murs (obertures) -Reducció T<sup>a</sup> mur → reducció T<sup>a</sup> int Reducció el percentatge d'humitat interior</p> <p>Sistemes amb inèrcia tèrmica Materials ↑Resistivitat (adob) -Control de la T<sup>a</sup> int</p> <p><b>Millora del confort acústic</b> (<i>esdevé de la construcció actual</i>) Desvinculació dels elements constructius (coberta) Esmorteïment acústic Reducció dels dB interiors (coberta – dies de pluja)</p> <p><b>↑Vida útil</b></p> <p>Coberta ventilada Protecció del sistemes constructius &lt; elements &lt; materials -Reducció dels processos de pudrició de la palla -<i>Ventilació</i> -Reducció d'infiltracions d'aigua des de coberta a l'espai habitable</p> <p>Porxo Perimetral Protecció contra la pluja -Reducció de la pèrdua de material dels murs</p>
<p><b>Fonamentació</b></p>	<p><b>Millora del confort higròtermic</b></p> <p>Protecció contra la humitat per capil·laritat Reducció del percentatge d'humitat interior</p> <p><b>↓ Animals de camp i microorganismes</b></p> <p>Fonamentació elevada Barrera física per als animals de camp Reducció de la humitat interior -Reducció de fongs i altres microorganismes</p> <p>Sobre fonamentació (impermeabilització / graves) Reducció de la humitat interior -Reducció de fongs i altres microorganismes</p> <p><b>↑Vida útil</b></p> <p>Sistema de fonamentació Protecció contra la humitat per capil·laritat -Reducció de disgregació dels materials -<i>A causa d'humitat elevada</i></p>
<p><b>Introducció de nous materials</b></p>	<p><b>↑Vida útil</b></p> <p>Adob ± estabilitzadors (naturals / calç) <i>preferiblement</i> Augment de la resistència -Reducció de fissures i esfondraments</p> <p>Augment de la impermeabilitat -Reducció de pèrdua de material</p> <p>Protecció contra l'aigua (a l'ext) Reducció de pèrdua de material i processos de pudrició -Mortor de ciment/calç (acabats exteriors) -Bloc de ciment → <i>es penalitza el confort tèrmic</i> -Xapa de zinc → <i>es penalitza el confort acústic</i></p>
<p><b>Introducció de noves tècniques amb materials tradicionals</b></p> <p><i>EXEMPLES SUBJECTES D'ESTUDI</i></p>	<p><b>↑Resistència ↑Vida útil</b></p> <p>Millorem les prestacions mecàniques del sistema constructiu <i>Murs armats amb bambú</i></p> <p>Millorem les prestacions de permeabilitat del sistema constructiu Cobertes amb canyes de bambú</p>

## CONCLUSIONS

It is obvious that a sustainable construction it's a basic issue as the importance of sensitization projects and formation of the local population about sustainability. They are at the end, the only ones who can keep going and consolidate sustainability as a basic concept. We should take in to account that in those areas constructions are made in order to show a specific status and not to achieve the conservation of the different resources.

It is also important for the constructive scope to be aware of sustainability because this activity is directly related with material resources. This is why the constructive scope has to be especially aware of consequences related with the use and the abuse of those resources. Nowadays we know that a local problem can easily become a global problem.

Looking forward to negative environmental consequences, we can calculate through much different software's the environmental impact of our product and reduces it. In this case, consequences related with our constructive project.

Steps to reduce the impact of our constructions:

- Use of local resources, from the project area
- Use of resources with a fast regeneration process
- Use of appropriate technologies for the area of implementation

Following the steps we have seen before we achieve: **1** buildings tending to reduce the visual impact and at the same time reducing waste because of the use of materials with a high reusability coefficient, **2** a reduction of the impact caused by transport basically, **3** an empowerment of the local economy, **4** slowdown of resources termination.

In order to achieve our objective, we will need to resume and introduce bioclimatic strategies to complete the steps we mentioned before.

Would be also worthy to rescue forgotten techniques as the construction with concrete and zinc which is being conserved in some places in south of Senegal. Those strategies are useful because they share our objectives and those steps we mentioned.

We purpose a protected construction with a wrap completely spreaded of the living area in order to protect as much as we can this space from sun radiation. We noticed that materials with a high resistance coefficient cannot offer optimal climate conditions.

We have also purposed a ventilated deck to work as a thermal buffer, with a long enough cantilever to protect walls from sun radiation and rain also. Walls will be made of clay. Clay had been chosen because of its malleability and thermal benefits it offers in comparison with concrete, oftenly used in modern constructions.

Although, we have talked about the possibility to introduce some of those new materials to solve small problems generated by extreme climate conditions, as humidity, loss of material due to heavy rains or acoustic discomfort, between others.



## 15 BIBLIOGRAFIA

## CONTEXT HISTÒRIC I SOCIAL DE PAIS BASSARI, SENEGAL, ÀFRICA

[[http://](http://www.unesco.org/new/es/media-services/multimedia/photos/whc2012/senegal/)] **UNESCO**, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

<http://www.unesco.org/new/es/media-services/multimedia/photos/whc2012/senegal/>

[[http://](http://www.senegalaisment.com)] **Ètnies i cultura**

<http://www.senegalaisment.com>

[[http://](http://www.ikuska.com/Africa/Etnologia/Pueblos/index.htm)] **Ètnologia**

<http://www.ikuska.com/Africa/Etnologia/Pueblos/index.htm>

[[http://](http://urban-networks.blogspot.com.es/2012/09/africa-multiverso-urbano-categorias.html)] **BLOG** **Urban Networks**, Àfrica, multiverso urbano. Categoriias territoriales.

<http://urban-networks.blogspot.com.es/2012/09/africa-multiverso-urbano-categorias.html>

## CLIMATOLOGIA

[[http://](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/no_listings.html)] **Climate Prediction Center**

[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/no\\_listings.html](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/no_listings.html)

[[http://](http://www.meteotest.ch/)] **Meteonorm/Meteotest**

<http://www.meteotest.ch/>

<http://www.meteonorm.com>

[pdf on-line] **El clima**

*Le climat, Dossiers, Le Sénégal, Date de mise en ligne: mardi 30 septembre 2008, Gouvernement de Sénégal*

<http://www.qouv.sn/Le-climat.html>

## PANORAMA AMBIENTAL ACTUAL

[[http://](http://www.gouvernement.sn/2014/08/20/decree-2014-880)] **Govern de Senegal**, Decret nº 2014-880 – Medi ambient

*Décret n° 2014-880 du 22 juillet 2014 relatif aux attributions du Ministre de l'Environnement et du Développement Durable*

## CONSTRUCCIONS PROPERES

[[http://](http://www.senegalaisement.com/senegal/habitat-traditionnel-senegal.php)] **L'habitat traditionnel au Sénégal**

<http://www.senegalaisement.com/senegal/habitat-traditionnel-senegal.php>

[llibre pdf]

Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

[Testimonis]

## MATERIALS AMB TRADICIÓ CONSTRUCTIVA

## ADOB

[pdf on-line] **Document publicat pel Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional: *Rendimiento y coste energético en la construcción de cerramientos de fábrica de adobe y bloque de tierra comprimida*, per Luis Maldonado Ramos, Francisco Castilla Pascual i Fernando Vela Cossío**

[http://anfagal.org/media/Biblioteca\\_Digital/Construccion/Block\\_de\\_Tierra\\_Comprimida\\_\(BTC\)/CIAT\\_ADOBE\\_2\\_009.pdf](http://anfagal.org/media/Biblioteca_Digital/Construccion/Block_de_Tierra_Comprimida_(BTC)/CIAT_ADOBE_2_009.pdf)

[pdf on-line] ***Performance and energetic cost in the construction of adobe and***

***compressed soil block walls***, Luis MaldonadoRamos, Francisco Castilla Pascual, Fernando Vela Cossío, Col·laborador: David Rivera Gómez

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/669/751>

**[pdf on-line]** Editorial de Construcción Arquitectónica, Escuela de Arquitectura de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

<http://editorial.cda.ulpgc.es/ftp/icaro/Anexos/2-%20CALOR/4-Construccion/C.6.4%20Conductividad%20t%E9rmica%20y%20densidad.PDF>

**[pdf on-line]** Instituto Tecnológico de la Construcción (ITC), Adobe, características y sus principales usos en la construcción, por diego de la Peña estrada, 11/12/1997, Mèxic D.F.

[http://inforavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/De\\_la\\_Pena\\_Estrada\\_Diego\\_44659.pdf](http://inforavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/De_la_Pena_Estrada_Diego_44659.pdf)

**[http://]**Low.tech Magazine, Construir con tierra (2): Eficiencia energética

<http://www.es.lowtechmagazine.com/2011/08/construir-con-tierra2-eficiencia-energetica.html>

#### PEDRA NATURAL

**[Revista]** Tectónica 27, Secció Materials: Piedra, Sistemas de construcción en piedra, Praxis Detail: Piedra Natural 2002

**[Revista on-line]** Revista de la Construcción vol.11 num 2, Santiago, agost2012, ISSN: 0718-915X

Gestion Ambiental de Los Residuos de la Piedra Natural (caso de Mármol)

**[pdf on-line]** Jornadas Técnicas de Ciencias Ambientales, per Andres Molina Franco, Consultores de Rocas Ornamentales

<http://www.rediris.es/it/>

**[http://]** Construmática, Arquitectura, ingeniería y construcción.

[http://www.construmatica.com/construpedia/La\\_Piedra\\_Natural\\_en\\_Construccion\\_para\\_el\\_Desarrollo](http://www.construmatica.com/construpedia/La_Piedra_Natural_en_Construccion_para_el_Desarrollo)

**[http://]**METROclean, Especialistas en limpieza y restauración

<http://www.metroclean.es/piedras-naturales.htm>

#### PALLA D'ARRÒS

**[Revista on-line]** Tectonicablog. Arquitectura, tecnologia i construcció, The Tatchers' Craft, 20 març 2013, Editat per Nuria Prieto

<http://tectonicablog.com/?p=64602>

**[Revista on-line]** Tectonicablog. Arquitectura, tecnologia i construcció, Construcción con paja, 6 abril 2013, Editat per Nuria Prieto

<http://tectonicablog.com/?p=65516>

**[html]** Sistema de bibliotecas SENA, Albañilería en Restauración de Edificaciones, Centro de Industria y construcción.

[http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/8830/preparacion\\_superficies.html](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/8830/preparacion_superficies.html)

**[http://]** Poblado Cantabro, Article del 5 març de 2012: Cubiertas de paja...construcciones sostenibles

<http://pobladocantabrodearqueso.blogspot.com.es/2012/03/cubiertas-de-paja-construcciones.html>

#### PALMA AFRICANA

**[pdf]** Manual tècnic de la palma africana

*Manual tècnic de la palma africana*, Editat per: Technoserves, abril de 2009

**[.doc word]** Publicat

*Cultivos industriales, La palma aceitera*, per Alaeis Spp, Editat per: Universidad Nacional Autonoma de Honduras, centro universitario regional del litoral atlantico, departamento de producción vegetal.

#### FUSTA

**[.doc word]** No publicat

*Bioconstrucción I*, Per Roberto MARTinez Orosa, Enginyer forestal per la Universitat de Santiago de compostela; Coordinador del departament de Sostenibilitat agroforestal.

[<http://>] **ALINCOLSA**, productos agroindustriales

<http://taninos.tripod.com/eucalipto.htm>

[<http://>] **FAO, Food and Agriculture Organization**, Doc num:1900: Los habitos reproductivos del Eucalyptus

<http://www.fao.org/docrep/l1900s/l1900s09.htm>

## MATERIALS SENSE TRADICIÓ CONSTRUCTIVA

### BAMBÚ

[<http://>] **INBAR**, International Network for Bamboo and Rattan

[www.inbar.int/](http://www.inbar.int/)

[pdf] *Study on Utilization of Lowland Bamboo in Benishangul Gumuz Region, Ethiopia*, per INBAR (International Network for Bamboo and Rattan; Maig 2010.

[pdf] *Designing and Building with bamboo*, INBAR technical report num. 20, per Jules J. A. Janssen; Technial University of Eindhoven eindhoven, The Netherlands.

[pdf] *Bamboo Construction Source book*, INBAR technical report num. 5; amb la col·laboració de Hunnarshala Foundation, Asian Coalition for housing Rights, CAN (Community Architects Network).

### CIMENT

[pdf on-line] **Scribd**, Loma Negra, Durabilidad del Hormigón

<http://es.scribd.com/doc/16738030/Durabilidad-Cemento>

[pdf on-line] **Generalitat de Catalunya**, Documents de Referència sobre les millors tècniques disponibles aplicables a la indústria, Departament de Medi Ambient.

[http://www20.gencat.cat/docs/dmah/Home/EI%20Departament/Publicacions/Col\\_lecciones/Documents%20de%20referencia%20sobre%20les%20MTD%20aplicables%20a%20la%20industria/docs/Ciment.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/dmah/Home/EI%20Departament/Publicacions/Col_lecciones/Documents%20de%20referencia%20sobre%20les%20MTD%20aplicables%20a%20la%20industria/docs/Ciment.pdf)

[<http://>] **Vicat Group**, Senegalais cément

<http://www.vicat.com/en/Vicat-Group/Introducing-the-Vicat-Group/Vicat-s-world-presence/Senegal>

### METALLS

[Revista on-line] **Tectonica**

[www.tectonica.es](http://www.tectonica.es)

[llibre] Johan Van Legend (1982), Manual del Arquitecto Descalzo, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

[llibre] Vidal R, Martínez P i Garraín D, Life Cicle assessment of composite materials made of recycled thermoplastics combined with rice husks and cotton linters, editat per Joerg Schweinle, publicat el 4 de desembre de 2008 ©.

[Enciclopèdia] Enciclopedia universal Larousse. 2006, volum 1. Espanya, Larousse editorial, edició especial per RBA

Cleccionables. ISBN (obra completa): 84-8332-873-9

[pdf on-line] Frupos Unican, Formación Aluminio

<http://grupos.unican.es/qidai/web/asiqaturas/CI/Aluminio.pdf>

[<http://>] **COAC**, Colegi oficial d'Arquitectes de Catalunya. Característiques mediambientals dels materials.

<http://www.coac.net/mediambient/Life/l1/l1114.htm>

[<http://>] **Formació Zinc**, Proceso para la obtención del zinc, per Francisco Navarro Morales i Victor M Tostado Cabral.

[http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso1/Temario1\\_IVZinc.htm](http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso1/Temario1_IVZinc.htm)

[<http://>] **Textos científicos**

<http://www.textoscienfificos.com/quimica/corrosion>

[<http://>] **Monografias**

<http://www.monografias.com/trabajos3/corrosion/corrosion.shtml# Toc454202837>

[[http://](http://www.confemetal.es/aseral/aplicaciones.htm)] **ConfeMetal**, Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Metal  
<http://www.confemetal.es/aseral/aplicaciones.htm>

ACV

[[http://](http://www.lcia-recipe.net)] **ReCiPe**

<http://www.lcia-recipe.net>

[[http://](http://www.lcia-recipe.net/project-definition)] **ReCiPe- Definition**

<http://www.lcia-recipe.net/project-definition>

[pdf on-line] Capitulo 3, Metodología de Análisis del Ciclo de Vida.

<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6827/04CAPITOL3.pdf?sequence=4>

[Softwares i database]

Programa: SimaPro 8, creat per : PRÉ Consultants

Mètode: ReCiPe, creat per : RIVM, CML, PRÉ Consultants, i Radboud Universiteit Nijmegen.

Base de dades: Ecoinvent 3

[professionals UPC]

**M<sup>a</sup> Dolores Álvarez del Castillo (PhD)**

Dpt. Enginyeria Química

m.dolores.alvarez [at] upc [dot] edu

ANALISIS

[Curs] **Design Builder**

Curs de 20h de Design Builder, Estudi SEED Barcelona.

Professor: Alfonso Godoy, Arquitecte Superior, PhD Student UPC.

[Programes] **BIM**, Programes de Simulació Dinàmica

Design Builder

[Testimonis]

UTILITAT

[[http://](http://www.fao.org)] **FAO**, Food and Agriculture Organization of the United Nations

[www.fao.org](http://www.fao.org)

[Testimonis]

FUNCIONALITAT

[pdf on-line] **Codi de la construcció**, Govern de Senegal

[http://www.gouv.sn/IMG/pdf/code\\_construction.pdf](http://www.gouv.sn/IMG/pdf/code_construction.pdf)

[[http://](http://www.construtierra.org/construtierra_construir_con_tierra.html)] **Construtierra**

[http://www.construtierra.org/construtierra\\_construir\\_con\\_tierra.html](http://www.construtierra.org/construtierra_construir_con_tierra.html)

[[http://](http://www.construtierra.org/construtierra_ejemplos.html)] **Construtierra, exemples**

[http://www.construtierra.org/construtierra\\_ejemplos.html](http://www.construtierra.org/construtierra_ejemplos.html)

[[http://](http://www.terrachidia.es/terrachidia/es/actividades/investigacion.html)] **TierraChida**

<http://www.terrachidia.es/terrachidia/es/actividades/investigacion.html>



[<http://>] **UNAUS**, Univerity Network for Architectural and Urban Sustainability, en col·laboració amb Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona.

<http://www.unaus.eu/blog/57-bloques-de-tierra-compactada>

[<http://>] **JOSKAM**, Bloques de tierra comprimida – material de construcció vivo

[http://www.oskam-vf.com/bloques %20de tierra comprimida.html](http://www.oskam-vf.com/bloques_%20de_tierra_comprimida.html)

US

#### [Curs] **Design Builder**

Curs de 20h de Design Builder, Estudi SEED Barcelona.

Professor: Alfonso Godoy, Arquitecte Superior, PhD Student UPC.

[Programes] **BIM**, Programes de Simulació Dinàmica

*Autodesk Ecotect Analysis*

*Deign Builder*

#### [Testimonis]

##### **Familia Tamba**

Cherif Toumany Tamba, Anine

s/c de Seydou Sané; Ziguinchor; b/p 353

Ziguinchor, Senegal

Família d'acollida

##### **Voluntaris de l'Institut Jane Goodall (IJG)**

Residents a Dindéfelo, regió de Kédougou

Dos anys o més

##### **Diaw Diallo**

Senegalès, natiu de dindéfelo, País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal

Guia turístic de la zona de País Bassari, i constructor local quan no hi ha feina amb estrangers.

##### **Daniel Diallo**

Senegalès, natiu d'Ibel, País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal

Guia turístic de la zona de País Bassari

##### **"Budy"**

Senegalès resident a Dindéfelo, natiu de Dindéfelo.

Guia turístic i amic

##### **Abdou Mawa Ndiaye**

Senegalès resident a Barcelona

Tècnic del departament de Juventut de la Generalitat de Barcelona desde l'any 2000.

##### **Patricia Font Martin**

Experiència 1 mes al sud de Senegal

Ziguinchor, Oussouye, Bignona, Kolda, Tambacounda, Kédougou



## 16 AGRAÏMENTS

Vull expressar el més sincer dels agraïments :

A totes les persones que han volgut dedicar un moment del seu temps a ajudar-me en el desenvolupament d'aquest estudi al llarg de tots aquestes mesos, perquè com en qualsevol projecte sempre hi ha moments en els que la inspiració t'acompanya i t'ajuda a trobar el camí a seguir, però quan aquesta no apareix totes aquestes persones m'han ofert nous plantejaments, nous enfocis i noves idees que m'han permès continuar per un bon camí.

Començant pels tutors del projecte Antoni Caballero i Mestres i Licinio Alfaro, continuant per altre personal docent de la UPC (Universitat Politècnica de Catalunya) com en Toni Fonseca, qui també ha tutoritzat el projecte encara que de manera no oficial, o Alfonso Godoy, entre d'altres; l' Institut Jane Goodall Espanya en general, i cadascun dels voluntaris desplaçats a Senegal en particular, mentre treballava des de Barcelona i mentre treballava des de l'estació biològica a Dindéfelo, així com desenes de particulars espanyols i especialment senegalesos que han volgut col·laborar prestant la seva ajuda i testimonis.

A la meua família per recolzar-me durant aquesta etapa de la meua vida, que ha sigut una etapa de creixement a nivell professional, però especialment a nivell personal, molt grata.

A la meua família africana, qui m'ha acollit, m'ha cuidat, m'ha acompanyat, i m'ha donat una autèntica lliçó de vida, especialment tu, Annie.

## *ACKNOWLEDGMENTS*

I want to show my sincere gratefulness to:

All the people who have dedicated a moment to help me on the development of the project I have worked on these last months, because like in every project, there are always hard moments in which you realize you need some new ideas, plans or different ways to see the same thing, and the following people have helped me on this.

I want to start with my project tutors called Antoni Caballero and Licino Alfaro, following with UPC's (Univeritat Politècnica de Catalunya) staff and teachers, Toni Fonseca who has also empowered the project -although in a non official way-; Also Alfonso Godoy among many others; I want to thank the Institut Jane Goodall Spain and all the volunteers who have moved to Senegal while I was working in Barcelona and also then, when I started working in Dindefelo. Finally I want to truly thank all the senegalese and spanish volunteers who have given to me their help and opinion in order to make my project closer and realistic.

I also want to thank my family that has been supporting me in this stage of my career. A stage that has helped me to grow in the professional side and also and especially on the personal one. It has been a very nice experience.

And finally, I want to thank to my African family who welcomed me when I was in Senegal. They have taken care of me, they have accompanied me, and they have given me a real lesson in life, especially you: Anine.



Escola Politècnica Superior  
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## CIÈNCIES I TECNOLOGIES DE L'EDIFICACIÓ TREBALL DE FI DE GRAU

MILLORA DE LES CONDICIONS DE CONFORT DE LA CONSTRUCCIÓ  
TRADICIONAL DE SENEGAL

### ANNEXES



**Projectista/es:** Patricia Font Martin

**Director/s:** Antoni Caballero Mestres

Licinio José Alfaro Garrido

**Convocatòria:** Desembre 2014



# ÍNDIX

ANNEXE 1 – METEONORM: Dades meteorològiques

ANNEXE 2 – ANÀLISIS DE LA CONSTRUCCIÓ PROPERA A PAIS BASSARI

ANNEXE 3 – MATERIALS TRADICIONALS: Materials amb tradició constructiva

ANNEXE 4 – NOUS MATERIALS : Materials sense tradició constructiva

ANNEXE 5 – POSTA EN OBRA

ANNEXE 6- ACV: Anàlisi del Cicle de Vida

ANNEXE 7 – ANÀLISI TÈRMIC: Design Builder

ANNEXE 8 – UTILITAT: Quan utilitzao l'edifici?

ANNEXE 9 – FUNCIONALITAT: Com funciona l'edifici?

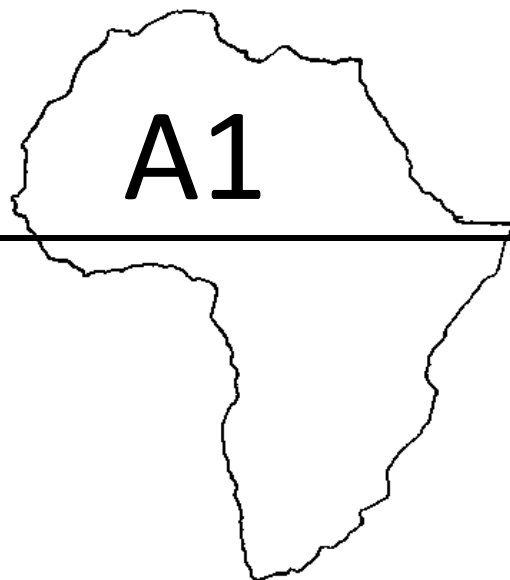
ANNEXE 10 – US: Com és l'edifici?

ANNEXE 11 – TREBALL DE CAMP A SENEGAL: Experiència en 1a persona





METEONORM





## ANNEX 1

## ÍNDEX

ANNEX 1 .....	1
ÍNDEX.....	1
1 OBJECTIU .....	3
2 METODOLOGIA.....	3
3 DADES METEONORM .....	4
3.1. TAULA GENERAL DE DADES .....	4
3.2. RADIACIÓ MENSUAL I RADIACIÓ GLOBAL DIÀRIA .....	6
3.3. TEMPERATURA MENSUAL I TEMPERATURA DIÀRIA.....	6
3.4. PRECIPITACIONS .....	7
3.5. DURACIÓ DE LA INSOLACIÓ .....	7
4 ANÀLISI DE LES GRÀFIQUES .....	8
5 CONCLUSIONS .....	8
6 LLISTAT DE GRÀFICS.....	9
7 LLISTAT DE TAULES .....	9
8 BIBLIOGRAFIA .....	9



## DADES METEOROLÒGIQUES

---

### 1 OBJECTIU

L'Objectiu d'aquest annex és presentar les dades meteorològiques de l'estació més pròxima a País Bassari per poder determinar quines són les condicions de temperatura, pluviometria, humitat i radiació a la regió i en base d'aquestes dades poder determinar quina és la franja de confort que haurien d'acomplir les edificacions, per poder, partir d'aquí, presentar una proposta de millora que assoleixi aquests estàndards.

### 2 METODOLOGIA

Per a l'obtenció de les dades s'ha utilitzat la versió de prova del programa *Meteonorm Versió 7.0.22.8* que conté dades meteorològiques de tot el món.

La seva base de dades conté 8.325 estacions meteorològiques, cinc estacions satèl·lits i 30 anys d'experiència registrada. Sobre aquesta base es treballen diferents estats de l'art que permeten una interpolació de dades globals amb una major precisió.

En el cas d'Àfrica, es compta amb 600 estacions, i concretament a Senegal:

- 5 Weatherstations: Dakar, Louga, Diourbel, Tambacounda, Ziguinchor
- 6 Weatherstations w/o global radiation: Saint-Louis, Linguère, Kaolak, Kédougou, Kolda, Cape Skiring.

En la versió actual la majoria de les dades s'obtenen del GEBA (Arxiu Global d'Equilibri Energètic), de la Organització Meteorològica Mundial (OMM/OMM) Climatològics Normals de 1961-1990 i de la base de dades Swiss controlada per MeteoSwiss.

El programa disposa dels següents paràmetres:

- Radiació global
- Temperatura de l'aire ambient
- Humitat
- Precipitacions
- Dies de precipitació
- Velocitat del vent
- Direcció del vent
- Duració solar

Com que s'ha treballat amb la versió de prova el programa tenia algunes de les seves funcions bloquejades; per no entrar en interpolacions, s'ha decidit agafar les dades de referència les dades de Kédougou, que geogràficament és el nucli més proper a la zona d'aplicació del projecte.

## 3 DADES METEONORM

## 3.1. TAULA GENERAL DE DADES

**Kedougou**

Nombre del sitio

616990

WMO

12.567

Latitud [°N]

167

Altitud [msnm]

-12.217

Longitud [°E]

V, 3

Región climática

**Estándar**

Modelo irradiancia

2010

Periodo de temperatura

**Estándar**

Modelo temperatura

2010

Periodo de radiación

**Perez**

Modelo irr. incl.

**Información adicional**

Incertidumbre de valores anuales: Gh = 5%, Bn = 9%, Ta = 0,3 °C

Tendencia de gh / década: -

Variabilidad de gh / año: 3,6%

Sitios de radiación interpolados: Satellite data

Snow load (DE/AT/CH/FR): -999.00 [kN/m2], days with snow: 0 [days]

Wind load (DE/CH): -999.00 [kN/m2]

Approximate data of snow and wind loads data based on national legislation

Mes	Ta	Ta min	Ta dmin	Ta dmax	Ta max	RH	H_Gh	SDm
	[C]	[C]	[C]	[C]	[C]	[%]	[kWh/m2]	[h]
Enero	26.9	17.4	21.1	33.8	38.5	27	136	270
Febrero	29.6	19.5	23.6	36.2	39.9	24	148	249
Marzo	31.9	21.7	25.7	38.9	43.1	24	176	273
Abril	33.7	23.8	27.3	39.8	43.6	28	185	267
Mayo	32.3	23.3	26.8	38.3	43.1	41	179	267
Junio	29.9	21.5	25.0	34.5	39.5	62	155	240
Julio	27.7	20.6	24.0	32.0	37.1	75	149	217
Agosto	27.2	20.6	23.5	31.1	34.2	80	154	202
Setiembre	27.3	20.3	22.7	31.3	35.6	85	144	219
Octubre	27.7	19.5	22.7	33.2	36.3	79	148	245
Noviembre	27.3	16.4	20.4	34.2	37.5	59	139	258
Diciembre	26.3	15.5	20.0	33.4	37.6	36	130	257
Año	29.0					52	1845	2964

Mes	SDd	SD astr.	RR	RD	FF	DD
	[h]	[h]	[mm]	[d]	[m/s]	[deg]
Enero	8.7	11.3	0	0	2.0	68
Febrero	8.9	11.6	0	0	2.2	68
Marzo	8.8	11.9	0	1	1.8	270
Abril	8.9	12.3	3	3	1.5	270
Mayo	8.6	12.6	46	10	1.4	293
Junio	8.0	12.7	169	15	1.2	270
Julio	7.0	12.7	261	20	0.7	270
Agosto	6.5	12.4	316	23	0.7	270
Setiembre	7.3	12.1	298	20	0.6	270
Octubre	7.9	11.7	125	14	0.5	0
Noviembre	8.6	11.4	10	3	0.6	45
Diciembre	8.3	11.3	0	0	1.4	45
Año	8.1		1228	109	1.2	328

Ta:	Temperatura del aire
RH:	Humedad relativa
Ta min:	10 y minimum (approx.)
Ta max:	10 y maximum (approx.)
Ta dmin:	Media de las mínimas diarias Ta
Ta dmax:	Media de las máximas diarias Ta
SD:	Duracion de la insolacion
RR:	Precipitacion
RD:	Días con precipitacion
FF:	Velocidad del viento
SD astr.:	Duracion de la insolacion, Astronomico
DD:	Direccion del viento
H_Gh:	Irradiacion global horizontal

**Taula 3.1.** Dades meteorològiques segons l'estació meteorològica de Kédougou.

FONT: Demo Meteororm V 7.0.22.8

Com es pot observar a la taula anterior la **Temperatura màxima de l'aire** oscil·la entre els 31.9 – 33.7 – 32.3 graus Celsius en els mesos més calorosos ( Març, Abril i Maig, respectivament) de mitjana; assolint els 43.6  de màximes i 33.4 – 33.8 graus Celsius en els mesos més freds ( Desembre i gener respectivament)de mitjana, assolint unes màximes de 37.6 , clara correspondència amb l'època de pluges, m s fresca donat la pluviometria i l'època seca, m s calorosa que l'anterior.

#### Ta mitja mínima

Es recullen els valors més baixos en els darrers mesos de l'any amb valors entre els 22.7 graus Celsius al setembre i els 20 graus Celsius al desembre.

#### Ta mitja màxima

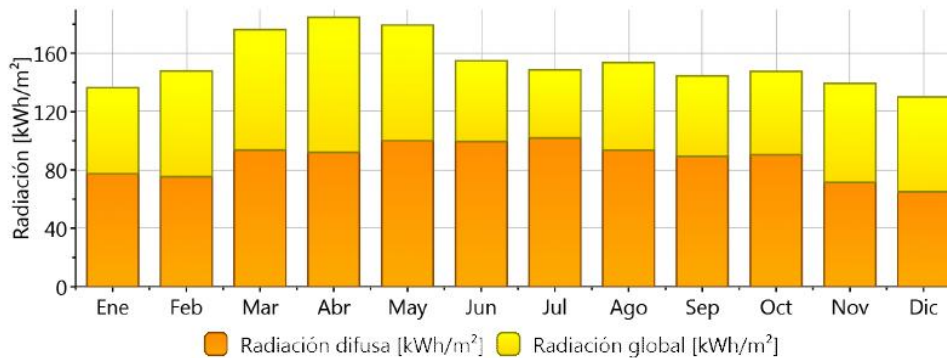
Es recullen els valors més elevats en els mesos de Febrer, Març, Abril i Maig amb uns valors de 36.2 – 38.9 – 39.8 – 38.3 graus Celsius respectivament.

Els valors **d'humitat relativa** més elevats queden registrats en l'època de pluges que avarca des del mes de Juny amb uns valors de 62% HR fins al més d'Octubre amb 79% HR arribant a un 80% i 85% en els mesos d'Agost i Setembre.

Pel que fa a la **radiació global horitzontal** els valors són elevats la major part de l'any, especialment en la franja compresa entre els mesos de febrer i octubre assolint el valor màxim a l'Abril amb 185 kWh/m<sup>2</sup>. La duració de la insolació arriba a unes aproximadament **9h** de mitja al llarg del dia al mes de Febrer i a unes **6.5h** de mitja al mes d'Agost.

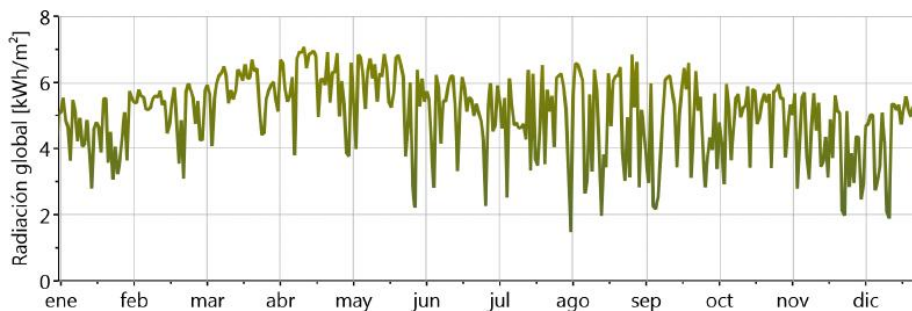
Els valors de **pluviometria** oscil·len entre els 169 mm al Juny i els 125 mm a l'Octubre (època de pluges) amb uns valors gairebé nuls als mesos restants (època de sequera).

### 3.2. RADIACIÓ MENSUAL I RADIACIÓ GLOBAL DIÀRIA



**Gràfica 3.1.** *Radiació mensual* segons l'estació meteorològica de Kédougou.

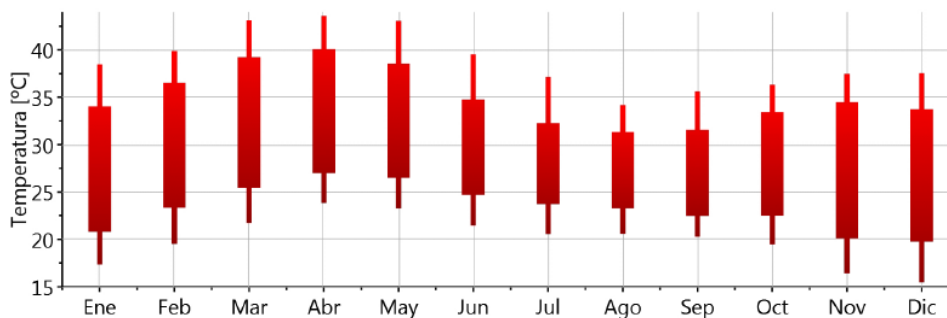
FONT: Demo Meteonorm V 7.0.22.8



**Gràfica 3.2.** *Radiació global diària* segons l'estació meteorològica de Kédougou.

FONT: Demo Meteonorm V 7.0.22.8

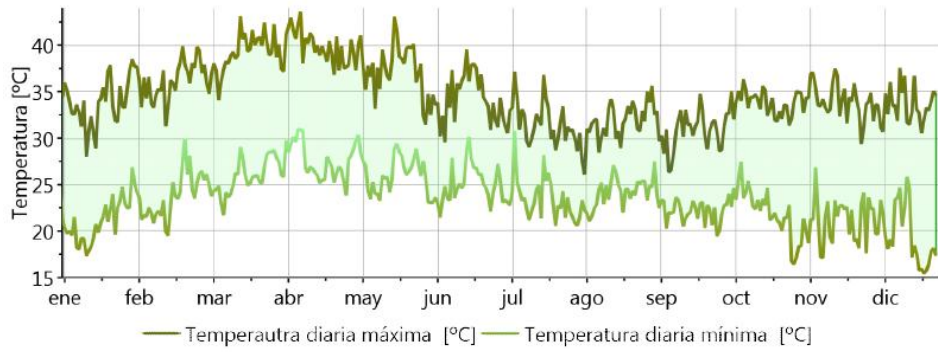
### 3.3. TEMPERATURA MENSUAL I TEMPERATURA DIÀRIA



**Gràfica 3.3.** *Temperatura mensual* segons l'estació meteorològica de Kédougou.

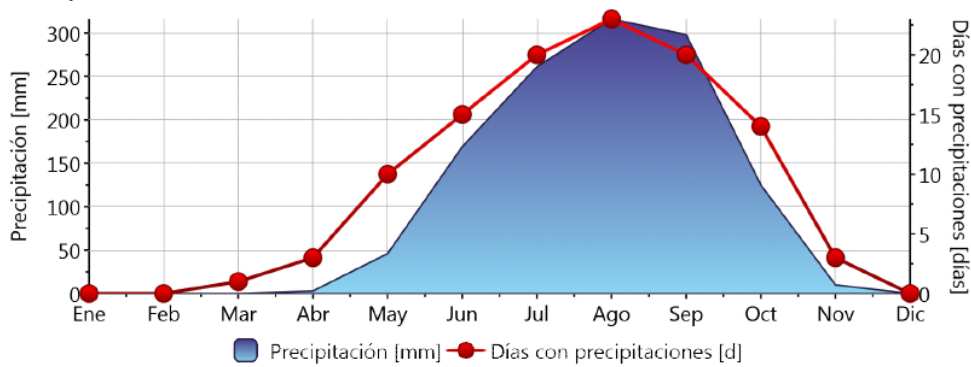
FONT: Demo Meteonorm V 7.0.22.8





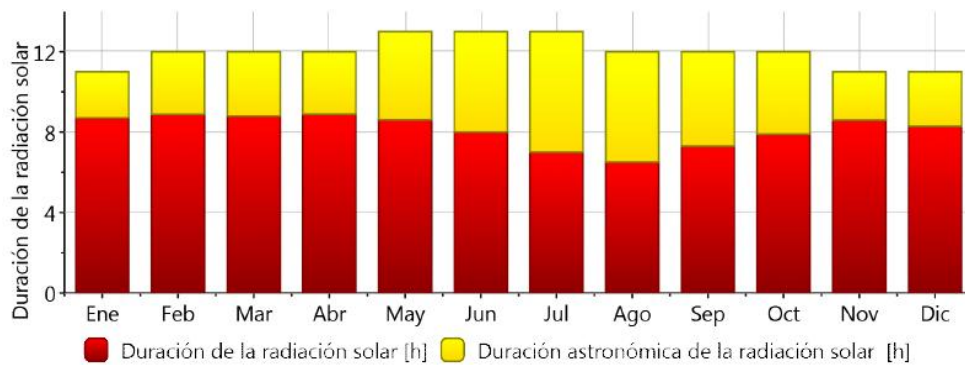
**Gràfica 3.4.** *Temperatura diària* segons l'estació meteorològica de Kédougou.  
 FONT: Demo Meteonorm V 7.0.22.8

### 3.4. PRECIPITACIONS



**Gràfica 3.5.** *Precipitaciones* segons l'estació meteorològica de Kédougou.  
 FONT: Demo Meteonorm V 7.0.22.8

### 3.5. DURACIÓ DE LA INSOLACIÓ



**Gràfica 3.6.** *Duració de la insolació* segons l'estació meteorològica de Kédougou.  
 FONT: Demo Meteonorm V 7.0.22.8

## 4 ANÀLISI DE LES GRÀFIQUES

1 Diferenciació clara de dues èpoques marcades per la cadència de pluges:

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| A. ESTACIÓ DE PLUGES                          | <i>Finals de juny – setembre</i>    |
| B. ESTACIÓ DE SEQUERA – Prolongada i rigorosa | <i>Setembre – principis de juny</i> |

2 Temperatura mitja anual es de 28°C, amb un promig mensual mínim de 25°C en desembre i gener. El mes més calorós és maig, on la temperatura assoleix els 42 °C

3 Entre maig i juny augmenta la humitat de la zona provinent del golf de Guinea a conseqüència del Monzó. Aquest moment es propici per a tornados i tempestes elèctriques fins l'octubre.

4 Kédougou és una de les regions més humides de Senegal, durant l'any les precipitacions varien molt, però mantenint, com passa sovint en altres regions del sud, un pic considerable de pluges al mes d'agost i setembre.

5 La temporada d'hivern dura entre 4 i 5 mesos, i s'instal·la de manera gradual de sud a nord.

6 La radiació solar global mitja anual és bastant elevada ( 140 kWh/m<sup>2</sup> ) i comptem amb un promig de 12 h de radiació mitja diàries.

7 El diferencial tèrmic entre la nit i el dia és bastant gran; aquest arriba a l'ordre dels 12 graus de diferència.

## 5 CONCLUSIONS

Cal analitzar aquestes dades paral·lelament amb altres que s'han tractat en diferents documents:

- Annex 8\_ Utilitat***
- Annex 9\_ Funcionalitat***

1 Les tasques constructives no es poden realitzar durant tot l'any; partint de la base que l'activitat agrària és l'activitat principal de subsistència, és aquest calendari qui, en part, determina els temps de treball al camp.

2 L'època de pluges, amb una pluviometria de l'ordre de 1300 mm pluja /any, no permet als homes ocupar-se de les tasques constructives fins que aquesta comença arribar a la seva fi cap a principis d'octubre; de no ser així, molts materials s'utilitzarien en unes condicions no òptimes, com per exemple la palla la que necessita un procés d'assecat prèvia a la col·locació en obra, impossible d'aconseguir en època de pluges (el mateix passa amb altres elements com per exemple els blocs d'adob).

3 La diferència de temperatura entre el matí i la nit és de l'ordre d'entre 10 i 12 graus; amb un diferencial d'aquesta magnitud cal tenir present solucions constructives **d'inèrcia tèrmica** per aconseguir una sensació tèrmica regular al llarg del dia dins de l'edificació i que ens permeti regular el guany d'energia a través dels murs per no assolir temperatures interiors elevades respecte d'una temperatura aproximada de confort.

## 6 LLISTAT DE GRÀFICS

Gràfica 3.1. Radiació mensual segons l'estació meteorològica de Kédougou.....	6
Gràfica 3.2. Radiació global diària segons l'estació meteorològica de Kédougou. ....	6
Gràfica 3.3. Temperatura mensual segons l'estació meteorològica de Kédougou. ....	6
Gràfica 3.4. Temperatura diària segons l'estació meteorològica de Kédougou.....	7
Gràfica 3.5. Precipitacions segons l'estació meteorològica de Kédougou. ....	7
Gràfica 3.6. Duració de la insolació segons l'estació meteorològica de Kédougou.....	7

## 7 LLISTAT DE TAULES

Taula 3.1. Dades meteorològiques segons l'estació meteorològica de Kédougou. ....	5
---	---

## 8 BIBLIOGRAFIA

**[<http://>] Meteotest**

[www.meteotest.ch/](http://www.meteotest.ch/)

[www.meteonorm.com](http://www.meteonorm.com)

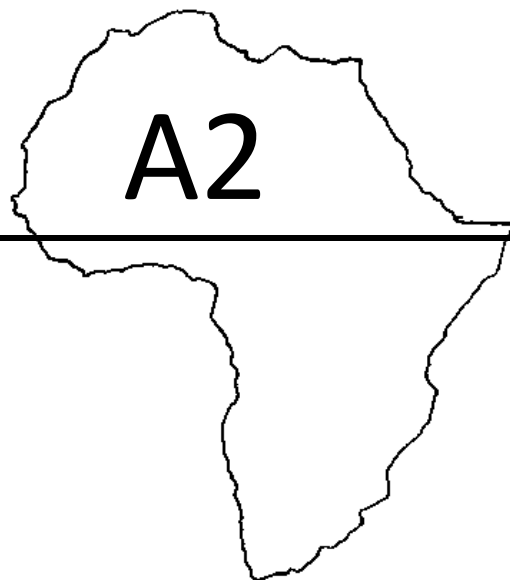
**[<http://>] GOOGLE Motor de recerca**

[www.google.com](http://www.google.com)



CONSTRUCCIÓ PROPERA

---





## ANNEX 2

## ÍNDEX

ANNEX 2 .....	1
ÍNDEX.....	1
1 OBJECTIU .....	3
2 METODOLOGIA.....	3
3 TECNOLOGIA CONSTRUCTIVA DE LES REGIONS PROPERES.....	4
3.1. BAIXA CASSAMANCE.....	4
3.2. TAMBACOUNDA .....	10
4 CONSTRUCCIONS TRADICIONALS ESPECIALS .....	13
4.1. LA MAISON IMPLUVIUM.....	13
4.2. LA MAISON D'ARGILE DE DEUX ÉTAGES .....	16
4.3. LA MAISON VENTILÉ – EFFET VENTURI.....	19
5 LLISTAT DE FIGURES.....	20
6 BIBLIOGRAFIA .....	21





## ANÀLISI DE LA CONSTRUCCIÓ PROPERA A PAÍS BASSARI

### 1 OBJECTIU

L'Objectiu d'aquest annex és presentar les diferents tipologies constructives que s'observen en les regions properes a la zona d'implantació del projecte per tal de veure d'una manera clara quines tècniques s'utilitzen de manera generalitzada al sud de Senegal, quines d'aquestes tècniques poden haver sigut adoptades per la comunitat Bassari, Bedik i Fulani ( o al revés ) per proximitat geogràfica o mimetisme amb altres ètnies, o si l'ús d'unes tècniques o materials determinats respon a una qüestió de localització geogràfica i infraestructura.

Conèixer aquesta tecnologia constructiva ens permetrà fer una comparativa per veure quines diferències i semblances hi ha entre la tradició constructiva de cada regió, i si es convenient poder fer el plantejament d'adoptar-ne aquelles que responguin a les nostres necessitats, en el cas que no s'hagin posat en pràctica fins aleshores.

### 2 METODOLOGIA

En primer lloc s'han determinat aquelles zones (**figura 2.1**) que per proximitat s'han cregut necessàries com a objectes d'estudi:

*Regió de Tambacounda*

**Àrea de la Baixa Cassamance**

*Regió de Ziguinchor*

*Regió de Sédhiou*

*Regió de Kolda*

A partir d'aquí s'ha realitzat una recerca minuciosa sobre l'arquitectura tradicional i actual d'aquestes regions per mitjà de la pròpia experiència durant el desplaçament a terreny i els testimonis que s'han recollit en cadascuna de les regions, a més d'una recerca teòrica durant la primera fase del treball.

Han servit de referència molts manuals constructius sobre arquitectura vernacular així com informes i altres manuals sobre materials propis de la construcció en països en via de desenvolupament, la referència dels quals es troba en la bibliografia corresponent a aquest apartat.



**Figura 2.1.** Localització de les àrees estudiades properes al País Bassari  
Baixa Cassamance: regions de Ziguinchor, Sédhiou i Kolda; Regió de Tambacounda.

FONT: [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps)

ELABORACIÓ: pròpia

### 3 TECNOLOGIA CONSTRUCTIVA DE LES REGIONS PROPERES

#### 3.1. BAIXA CASSAMANCE

---



**Figura 3.1.1.** Construcció a la Cassamance.

Localització de diferents cases d'un assentament, properes les unes a les altres, amb porxo perimetral exterior com a protecció solar i espai amortidor de la temperatura interior.

FONT: pròpia; en la fotografia Anine, el meu germà Diola.

Les regions que conformen la zona de la *Baixa Cassamance* són Kolda, Sédhiou i Ziguinchor; en aquesta zona es pot veure una tendència clara i generalitzada de la societat a viure tota la família sota el mateix sostre, es per aquest motiu que trobem moltes edificacions amb planta quadrada i rectangular ja que permet una divisió de l'espai interior més fàcil i reglada.

No obstant també trobem edificacions més antigues que mantenen la forma circular original, en aquests casos les edificacions poden arribar a tenir uns diàmetres de fins a 8 metres, com es pot veure en la figura anterior **figura 3.1.1.**

Aquesta tendència, conjuntament amb l'avenç de les infraestructures i la potenciació de determinades indústries, com ho són la cementera, per exemple, fa que ens trobem en aquesta regió, de manera generalitzada, edificacions de planta quadrada i rectangular amb el ciment i el zinc com a materials principals, sobretot en els nuclis més grans com ho son les ciutats anteriorment esmentades.



**Figura 3.1.2.** Edificacions típiques de la Baixa Cassamance

Forma rectangular en planta, sistema muràri amb bloc d'adob; i coberta a dues aigües d'estructura de fusta i acabat de palla d'arròs.

FONT: [www.senegalasiment.com](http://www.senegalasiment.com)  
[esquerra] pròpia [dreta]

L'activitat principal de subsistència és l'agricultura, especialment el conreu d'arròs i de blat, és així necessària la figura del graner per poder assecat el grà i emmagatzemar-lo. Com es pot veure a la següent figura (**figura 3.1.3**) en aquesta regió rica en manglars i camps de cultiu, es habitual trobar –lo en construccions d'aquest tipus, en les quals l'estructura de la coberta permet fer un fals sostre que desenvolupa aquesta funció; de manera generalitzada és localitzen sobre l'estança del cap de família, que és que si s'ocupa del camp.



**Figura 3.1.3.** Vista zenital d'un altell interior que s'utilitza com a graner.

*Baixa Cassamance, regió de Ziguinchor.  
Estructura principal de la coberta de fusta amb acabat exterior de palla.*

*Forjat superior de l'estança confeccionat amb llistons de fusta i adob*

*FONT: pròpia*



**Figura 3.1.4.** Vista frontal de l'estructura de coberta i el forjat superior.

*Baixa Cassamance, regió de Ziguinchor.  
S'observen les bigues principals del forjat superior, i la coberta, en aquest cas ventilada.*

*FONT: pròpia*

Els materials principals utilitzats en la **construcció tradicional** són la **terra**, la **palla** i la **fusta**.

Els recursos utilitzats són en la seva totalitat materials autòctons i orgànics, de fàcil accés i obtenció, tot i que l'ús de la fusta cal regular-lo perquè s'han arribat a situacions d'alerta per desforestació.

En el cas de necessitar elements de fusta, si no es troba un material alternatiu, es convenint tenir un mínim de coneixement sobre les espècies autòctones i escollir aquelles que tinguin un procés de regeneració ràpid i respectar sempre aquests processos.

La tecnologia constructiva, però, canvia respecte de les construccions circulars donat que la forma de la planta és diferent i cal resoldre les cantonades, punts que abans no existien.

Es realitza un petit replanteig sobre el terreny, després de desbroçar-lo, es col·loca la primera filada i a partir d'aquesta és col·loquen les següents segons la llei de trava, en alguns casos es col·loca una espècie de beurada d'argila i palla, en el seu defecte, com en la majoria de casos, sense cap tipus de beurada. En acabat, en la majoria de les edificacions es realitza un acabat tant exterior com interior amb morter d'argila i sorra.

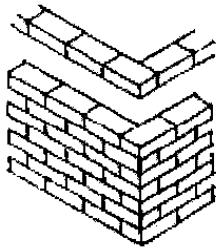
Moltes de les edificacions visitades en aquesta zona disposen al voltant de la cambra un sòcol, de manera generalitzada, de sorra, per tal d'elevat l'edificació per sobre el nivell del terra i d'aquesta manera protegir-se mínimament de l'entrada d'aigua dins l'edificació en època de pluges.



**Figura 3.1.5.** Fotografia d'una construcció típica de la regió de la Baixa Cassamance.  
Construcció quadrada.

FONT: pròpia

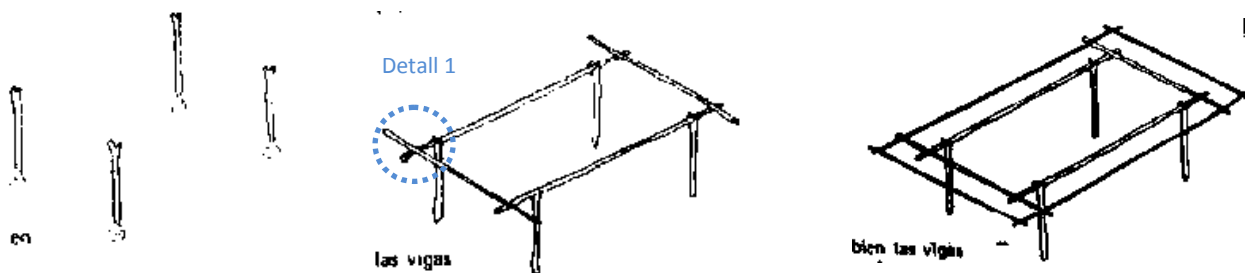
Les cantonades es resolen segons el següent esquema:



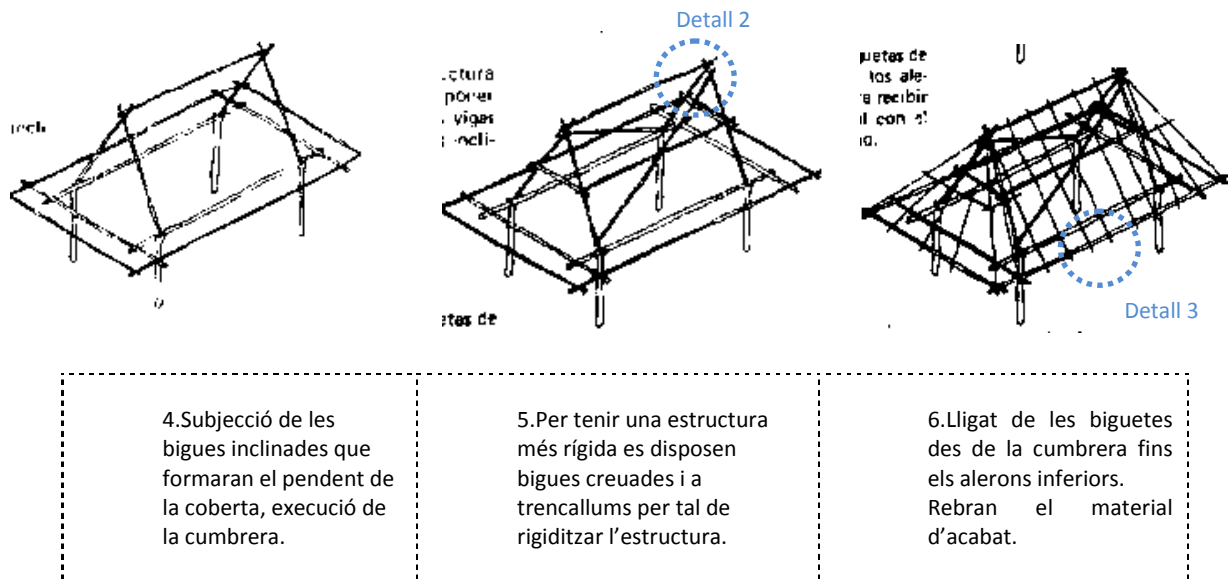
**Figura 3.1.6.** Esquema de resolució de les cantonades dels murs de fàbrica d'adob. Col·locació dels blocs segons la llei de trava.

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

Execució de cobertes a 4 aigües ( **Figura 3.1.7** ):



- |   |  |   |
|---|--|---|
| <p>1. Execució de 4 cavitats per a la col·locació dels troncs que faran de pilars de la coberta</p> | <p>2. Lligat de les bigues principals per a que quedin ben subjectes front de les accions del vent , principalment, i als sismes. El mur d'adob tancarà el perímetre delimitat per els quatre pilars que determinen la superfície de l'edificació.</p> | <p>3. Lligat de les bigues secundàries per formar els alerons de la coberta</p> |
|---|--|---|



4. Subjecció de les bigues inclinades que formaran el pendent de la coberta, execució de la cumbrera.

5. Per tenir una estructura més rígida es disposen bigues creuades i a trencallums per tal de rigiditzar l'estructura.

6. Lligat de les biguetes des de la cumbrera fins als alerons inferiors. Rebran el material d'acabat.

\*Cada una de les bigues que conformen l'estructura tindran les osques corresponents per al correcte lligat.

\*L'execució de les unions es realitza amb corda confeccionada a partir de les escorces dels arbres propers, i actualment amb claus i perns.

**Figura 3.1.7.** Procés constructiu de l'estructura de la coberta quatre aigües. Amb branques com a material principal de l'estructura

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

#### Detall 1 – LLIGAT DELS PILARS AMB LES BIGUES PRINCIPALS



**Figura 3.1.8.** Detall de la unió entre les bigues principals i els pilars [pilar] de coberta

Lligat d'ambdós elements per mitjà de corda confeccionada a partir d'escorça, per a la qual és necessària la realització d'unes hendidures prèvies per a la correcta fixació dels elements.

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

#### Detall 2 - CUMBRERA



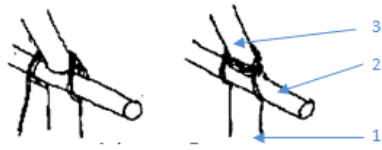
**Figura 3.1.9.** Detall de la fixació de la cumbrera en el cas de les cobertes a dues o quatre aigües.

Unió de la cumbrera amb les bigues principals del faldó per mitjà d'un lligat manual realitzat amb corda confeccionada a partir d'escorça (és necessària la realització de dues hendidures prèvies per a la correcta fixació dels elements). Col·locació de la biga cumbrera a la part inferior de la unió per facilitar la resolució d'aquesta i aconseguir un lligat òptim de les bigues principals que conformen l'estructura dels faldons.

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.



## Detall 3 - ALERONS



**Figura 3.1.10.** Detall de la fixació dels alerons amb els pilars que sustenten l'estructura.

Els pilars [1] acaben conformant una estructura porticada que s'encarrega de recolzar l'estructura de la coberta ja que aquesta darrera es recolza sobre el mur d'obra de fàbrica d'adob i és aquest el que s'encarrega de transmetre gran part de les càrregues. Per rigiditzar el conjunt de bigues que conformen dels faldons [3] s'utilitza una biga perimetral [2] en l'extrem final del propi faldó col·locada des de la part interior. La unió es realitza de manera manual per mitjà de corda confeccionada a partir d'escorça (és necessària la realització de dues hendidures prèvies per a la correcta fixació dels elements).

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.



Figura 3.1.11

Figura 3.1.12

**Figura 3.1.11/12.** Pilars exteriors de coberta.

Imatge dels pilars que subjecten l'estructura de la coberta i detall de la subjecció dels alerons d'aquesta.

FONT: pròpia

En funció del tipus d'edificació plantejada la coberta pot divergir de la proposta que s'acaba d'explicar, com s'ha pogut veure en altres fotografies al principi d'aquest apartat; així doncs el procés constructiu és diferent segons la tipologia de la coberta; com veiem en la **figura 3.1.12**, en alguns casos les unions es resolen amb un simple recolzament si el tronc obtingut té la forma requerida; així doncs, queda palès que les tècniques anteriors són una mostra, ja que les tecnologies constructives emprades són molt variables.

De manera una mica més generalitzada, en aquesta regió es troben un gran nombre de construccions amb una coberta ventilada que s'utilitza com a graner, com hem pogut veure en la **figura 3.1.3** i la **figura 3.1.4**; en aquests casos es comença executant el mur i quan s'arriba a l'altura desitjada des de l'interior o l'exterior es col·loquen els troncs que serviran de pilars de subjecció de l'estructura de coberta els quals tindran l'altura necessària considerada (major que l'altura del mur) per tal d'aconseguir l'entrada d'aire que ventilà la coberta. Un cop fixada aquesta altura, es procedeix a seguir amb l'execució de la resta de la coberta: bigues principals, secundàries, pilars exteriors (si es el cas d'un espai porxat exterior) i finalment acabat exterior de palla.

En aquest regió la col·locació de l'acabat exterior segueix una tècnica una mica més desendregada, ja que la palla no s'organitza en feixos per a la posterior col·locació seguint un patró de solapament.

Un cop enllestida l'estructura de coberta es col·loca la palla de manera aleatòria sobre l'estructura, tenint sempre en compte d'assolir el gruix suficient per a que la coberta treballi amb un mínim d'inèrcia i ens protegeixi d'una manera adequada de la pluja i posteriorment es subjecta amb canyes de bambú.



**Figura 3.1.13.** Execució de l'acabat de coberta amb palla d'arròs en una edificació murària s'obra d'adob a Benin.

FONT: [pdf] 6ème Séminaire thématique AFRICA 2009: Conservation et valorisation de l'architecture traditionnelle en Afrique subsaharienne; per DPC - Sénégal (direction du Patrimoine Culturel Du Sénégal).



**Figura 3.1.14.** Vista interior de l'estructura de coberta.

Branques com a bigues principals i secundàries; visualització de pilar exterior; palla sobre l'estructura.

FONT: pròpia

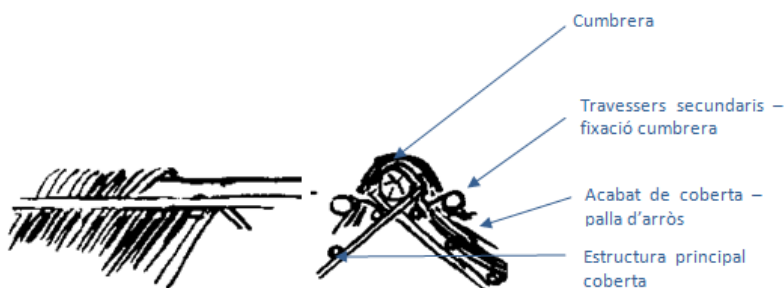
TIPUS 1 – CUMBRERA COSIDA



**Figura 3.1.15.** Detall del cosit d'una cumbrera de tipus "cosida".

FONT: Lloyd Kahn (1999) Cobijo, Ed. H. Blume, 1995, ISBN: 978-84-87756-39-9

TIPUS 2 – CUMBRERA SUPERPOSADA



**Figura 3.1.16.** Detall de la construcció d'una cumbrera del tipus "superposada"

FONT: Lloyd Kahn (1999) Cobijo, Ed. H. Blume, 1995, ISBN: 978-84-87756-39-9

### 3.2. TAMBACOUNDA

---

És una de les regions més grans de Senegal en quant a superfície, ocupa gairebé tot el centre de Senegal estenent-se cap al sud est.

Compta amb una temperatura notablement més elevada que altres regions del país donat que no compta amb un arbrat abundant i no hi ha punts d'aigua propers com rius o llacs.

Segons la construcció tradicional de Tambacounda les estances, originàriament, són individuals, una per a cada membre de la família, però actualment es troben en el mateix cas que en la zona de la Cassamance, la tendència a conviure els membres de la família sota el mateix sostre es creixent, així doncs trobem a les afores del nucli principal de Tambacounda una majoria clara d'edificacions individuals segons la construcció tradicional, i als nuclis més grans edificacions que s'han començat a executar amb ciment i zinc com a materials principals.

Els materials principals utilitzats en la **construcció tradicional** són:

Bloc d'adob i palla  
Branques  
Palla d'arròs

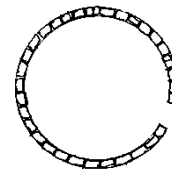
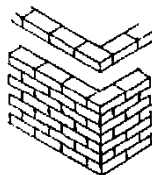
Corda d'escorça  
Argiles  
Kretting

Tipologies constructives principals:

*Maison Serere* : sistema murari de bloc d'adob i palla col·locat a trencajunt amb beurada d'argila (i en molts casos sense), estructura de coberta de branques lligades amb corda d'escorça i acabat amb palla d'arròs i en molts casos, propi d'aquesta zona, amb **fulla de palmera** – *bois de rônier*.

També trobem construccions circulars segons la tradició constructiva del país, però cada vegada més allunyades dels nuclis més habitats.

*\*Veure construcció tradicional Bais Bassari per veure el procés constructiu.*



**Figura 3.2.1.** *Maison Serere (Tambacounda)*

FONT: [www.senegalaisment.com](http://www.senegalaisment.com)



**Figura 3.2.2.** *Construcció típica a Tambacounda*

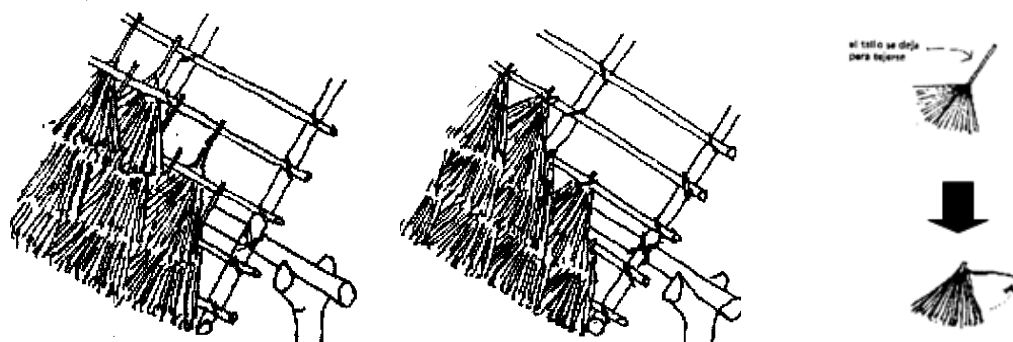
FONT: [www.senegalaisment.com](http://www.senegalaisment.com)



El procés d'execució de l'estructura de coberta és el mateix que s'ha descrit en el cas de la Regió de la Baixa Cassamance.

Però l'acabat de coberta, tot i que majoritàriament es realitza amb palla d'arròs, en aquest cas, podem trobar cobertes acabades amb fulla de palmera (*Bois de rônier*).

Aquest mètode, donat la composició orgànica del material, si l'execució es correcta confereix a la coberta un grau d'impermeabilitat suficient que, es però imprescindible una ventilació adequada per endarrerir el procés de pudrició de les fulles.



**Figura 3.2.3.** Detalls de la resolució de la coberta amb acabat de fulla de palma Col·locació i lligat de les fulles.

El tall de la fulla serveix per al mateix lligat d'aquesta a les biguetes de coberta; no obstant, es reforça posteriorment amb corda estreta de les escorces dels arbres propers.

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.



**Figura 3.2.4.** Assecat de les fulles de palma Ubicades pròximes a la construcció recolzades en una de les delimitacions de la parcel·la directament al terra.

FONT: pròpia



## 4 CONSTRUCCIONS TRADICIONALS ESPECIALS

### 4.1. LA MAISON IMPLUVIUM

#### INTRODUCCIÓ

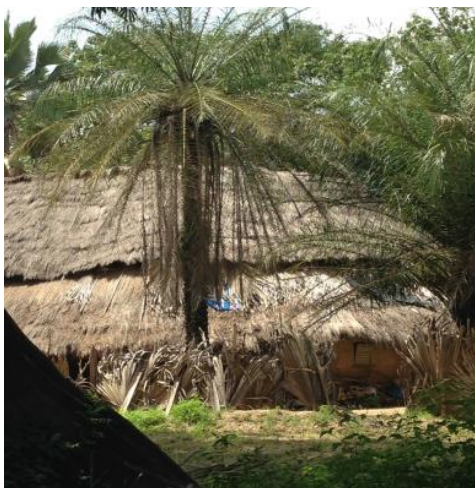
S'han localitzat tres edificacions impluvium en la zona de la Baixa Cassamance, una d'elles la primera i original datada d'abans de la segona guerra mundial, com ens ho va fer saber un dels residents a l'edificació, besnét del constructor de la mateixa.

Les altres dues són campaments villageois que han imitat la tipologia constructiva donat que són establiments oberts a turistes i han volgut aprofitar no només l'atractiu de l'estructura d'una casa d'aquesta tipologia sinó del confort tèrmic que proporciona al seu interior.

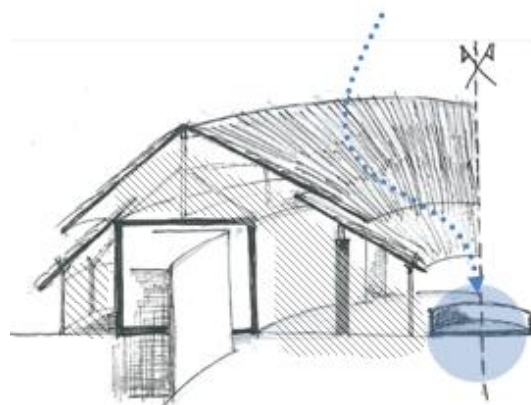
#### ESTRATÈGIES

**1** Totes les estances s'organitzen sota el mateix sostre, però d'una manera individualitzada (per habitacions) al voltant d'un pati interior comú.

D'aquesta manera no es perd la distribució tradicional de les habitacions però al mateix temps s'avança en el camí d'unificar a tota la família sota un mateix sostre.



**Figura 4.1.1.** Casa Impluvium; vista exterior.  
Enampor, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.



**Figura 4.1.2.** Esquema distribució  
Enampor, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

FONT: pròpia

ELABORACIÓ: pròpia

**2** En pro del confort interior les habitacions estan protegides tèrmicament per espais **entremitjos**, que desenvolupen la funció d'amortidors de la temperatura, ja que permeten un flux d'aire constant i en conseqüència ventilar de manera continuada amb una temperatura notablement més baixa que a l'exterior.

Aquests dos espais que es generen són la coberta, ventilada en sí mateixa, i un porxo generós que rodeja tot el perímetre de l'edificació generant un corredor en ombra al voltant de tota la *maison*.



**Figura 4.1.3.** Porxo perimetral exterior. Col·locació d'un plàstic entre l'estructura de coberta i l'acabat de palla per solucionar problemes puntuals de goteres.

Enampor, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.  
FONT: pròpia



**Figura 4.1.4.** Porxo perimetral exterior, vista des de l'interior. Protecció solar: Visualització de tot l'espai exterior cobert perimetral en obra.



**Figura 4.1.5.** Vista interior zenital; estructura de coberta, forjat superior de les estances.

Independència entre l'estructura de coberta i l'estructura pròpia de cada estança, en la que s'observen contraforts per rigiditzar el conjunt muràri ja que en aquest cas l'altura és superior a la recomanada per una construcció de bloc d'adob

Enampor, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

FONT: pròpia

**3** Sistema de recollida d'aigua per abastir als residents en època seca, donat que els aqüífers superficials no tenen aigua durant aquesta i sovint trobar-ne es una tasca complicada al mateix temps que imprescindible per sobreviure.

**Figura 4.1.6.** Vista exterior de la coberta interior de recollida d'aigua.  
Enampor, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

FONT: pròpia





Figura 4.1.7



Figura 4.1.8

**Figura 4.1.7.** Vista interior de la coberta interior de recollida d'aigua. Estructura de coberta executada amb fusta i canyes de bambú; tires de fulles de palma mode de corda per executar les unions; i acabat exterior de palla.

**Figura 4.1.8.** Vista interior del pati central de recollida d'aigües.

Enampor, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

FONT: pròpia

**4** Donada la magnitud de les dimensions d'aquest tipus d'edificacions l'altura assolida és major de la recomanada en edificacions amb bloc d'adob; es per aquest motiu que s'observen contraforts per rigiditzar el conjunt muràri de les estances interiors.



**Figura 4.1.9.** Contraforts

Enampor, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

FONT: pròpia



## 4.2. LA MAISON D'ARGILE DE DEUX ÉTAGES

### INTRODUCCIÓ



En tota la regió de Cassamance només s'ha localitzat una construcció d'aquest tipus. No és la única construcció de dos pisos però sí la única de dos pisos construïda amb bloc d'argila.

Va ser construïda per l'amo de la casa que va deixar vídua a la seva dona qui encara viu en ella.

Aquesta construcció data d'aproximadament del 1944 i va reformar-se al 2006, com es pot observar en alguna de les figures següents; aquestes reformes però, no han estat estructurals.

**Figura 4.2.1.** Vídua del constructor i Anine (germà Diola).  
M'lomp, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

FONT: pròpia



### ESTRATÈGIES

**1** Previsió d'espais amortidors de la temperatura interior. No de manera generalitzada al voltant de tota la pell, però sí en la coberta que en aquest cas era una gran coberta ventilada, posteriorment reformada amb xapa de zinc, i balcons al segon pis així com porxos en planta baixa.



**Figura 4.2.2.** Alçat frontal.  
M'lomp, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

FONT: pròpia



**Figura 4.2.3.** Balcó exterior  
Espai entremig amortidor de la temperatura.

Visualització del forjat superior de l'estança: estructura de fusta ( en aquest cas no s'utilitzen canyes de bambú).

M'lomp, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

ELABORACIÓ: pròpia



**Figura 4.2.4.** Coberta ventilada  
Reformada al 2006.

Estructura principal de fusta i acabat exterior de xapa de zinc.

M'lomp, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

FONT: pròpia

**2** Aquesta tipologia agrupa tots els membres de la família sota un mateix sostre, tendència que comparteix amb altres tipologies constructives com per exemple la *Maison impluvium* que hem vist anteriorment; però en aquest cas s'aconsegueix d'una manera molt diferent:

Aquesta arquitectura respon a una adopció de les tècniques de l'arquitectura colonial executades amb els recursos propis de la zona.

Aquests tipus d'edificació no és significatiu de la zona, ja que com hem comentat anteriorment només s'ha localitzat una edificació d'aquestes característiques executada amb adob.

#### DETALLS CONSTRUCTIUS DE LA MAISON D'ARGILE DE DEUX ÉTAGES

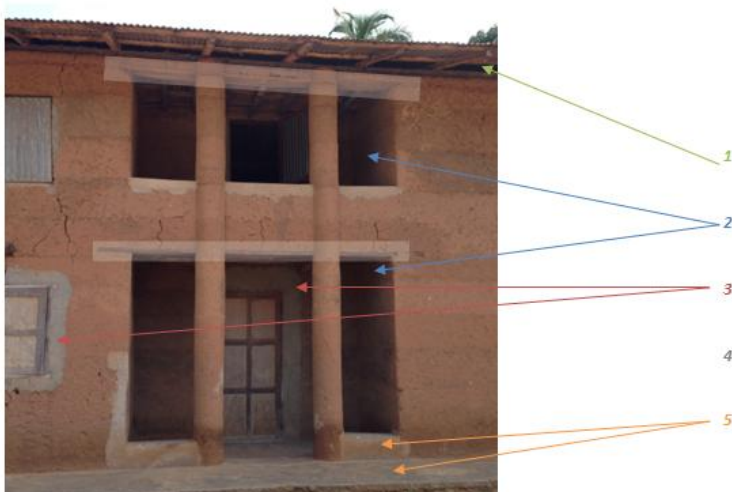


Figura 4.2.5.

**Figura 4.2.5.** *Perspectiva de la façana principal.*

- Espais amortidors: Coberta ventilada amb ús de graner [1]  
Porxo d'entrada i balcó en planta primera [2]
- Reforç de les obertures amb ciment [3]
- Visualització de les peces de dintell (llistons de fusta) i de les patologies derivades del pandeig d'aquesta peça [4].
- Visualització del sòcol de ciment com a protecció contra l'aigua durant època de pluges [5].

M'lomp, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.  
ELABORACIÓ: pròpia



**Figura 4.2.6.** *Emportament de les bigues principals del sostre al mur de façana.*

Visualització de l'estructura del forjat superior de l'estança i de la peça de dinell; així com la resolució de l'encontre del forjat amb la façana.

M'lomp, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

FONT: pròpia



**Figura 4.2.7.** *Emportament d'una bigueta del forjat superior.*

Visualització de les bigues principals i les biguetes que conformen el forjat (llistons de fusta)

M'lomp, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

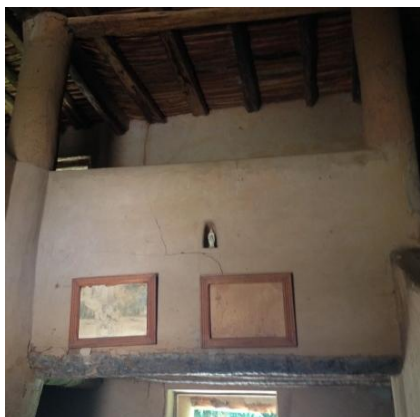
FONT: pròpia



**Figura 4.2.8.** *Encontre del forjat superior i bigues principals amb pilar estructural exterior.*

M'lomp, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

FONT: pròpia



**Figura 4.2.9.** *Doble espai interior*

Visualització del forjat de planta baixa i els encontres d'aquest amb els murs verticals que sostenen l'escala [dreta]; i del forjat superior així com els pilars que obren l'espai en la primera planta.

M'lomp, Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

FONT: pròpia

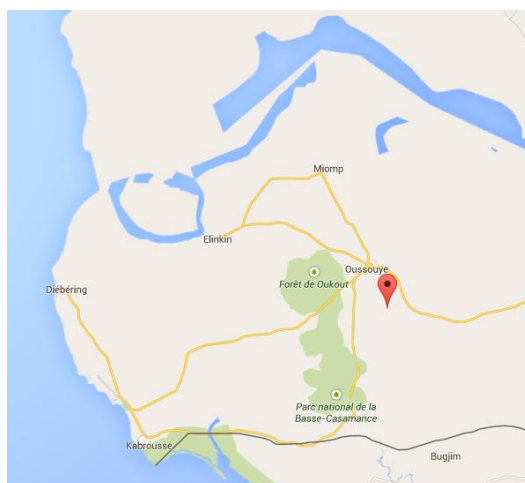


### 4.3. LA MAISON VENTILÉ – EFFET VENTURI

#### INTRODUCCIÓ

Respecte a la tecnologia constructiva que estem a punt d'introduir cal esmentar que no he sigut capaç de trobar-ne una altre que reproduïxi la mateixa estructura de coberta o similar, ni en la regió de la Cassamance on s'ha localitzat aquesta edificació, ni en altres regions properes; mitjançant, com en aquest cas, recursos autòctons.

Aquesta edificació s'ha localitzat en un poble a prop d'Oussouye anomenat Ayouné.



**Figura 4.3.1.** Localització de Ayouné. Regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.

FONT: [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)

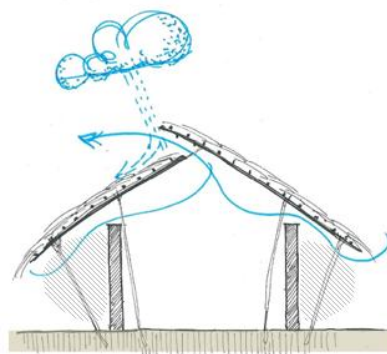
#### ESTRATÈGIES

Si s'observa l'edificació en un primer moment no sembla que divergeixi gaire del que s'ha determinat com a edificació tradicional; els materials principals utilitzats en la construcció són l'adob, la fusta i la palla principalment conjuntament amb altres materials per executar unions i punts concrets com ho són les cordes fetes amb escorça i les fulles de palma. Però el funcionament d'aquesta edificació es prou diferent i comporta un canvi substancial que la converteix en una tipologia digna de ser esmentada.

**1** La ventilació. El fenomen que ajuda a regular la temperatura interior d'aquesta edificació és la ventilació que s'aconsegueix per una xemeneia localitzada en el punt més alt de la coberta que produeix un efecte venturi que ens permet ventilar l'estança sense la necessitat d'obrir moltes obertures en el mur (ja que si aquestes no estan ben executades produeixen una pèrdua de resistència del mur), certament la il·luminació natural interior és escassa, però es resolen altres problemes com ho són el grau d'humitat interior.



**Figura 4.3.2.** Maison effet venturi. Ayouné, Oussouye, regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.  
FONT: pròpia



**Figura 4.3.3.** Efecte venturi Ayouné, Oussouye, regió de Ziguinchor, Baixa Cassamance.  
ELABORACIÓ: pròpia

## 5 LLISTAT DE FIGURES

Figura 2.1. Localització de les àrees estudiades properes al País Bassari .....	3
Figura 3.1.1. Construcció a la Cassamance .....	4
Figura 3.1.2. Edificacions típiques de la Baixa Cassamance .....	4
Figura 3.1.3. Vista zenital d'un altell interior que s'utilitza com a graner. ....	5
Figura 3.1.4. Vista frontal de l'estructura de coberta i el forjat superior. ....	5
Figura 3.1.5. Fotografia d'una construcció típica de la regió de la Baixa Cassamance .....	6
Figura 3.1.6. Esquema de resolució de les cantonades dels murs de fàbrica d'adob. ....	6
Figura 3.1.7. Procés constructiu de l'estructura de la coberta quatre aigües. ....	7
Figura 3.1.8. Detall de la unió entre les bigues principals i els pilars [pilar] de coberta .....	7
Figura 3.1.9. Detall de la fixació de la cumbrera en el cas de les cobertes a dues o quatre aigües. ....	7
Figura 3.1.10. Detall de la fixació dels alerons amb els pilars que sustenten l'estructura. ....	8
Figura 3.1.11/12. Pilars exteriors de coberta. ....	8
Figura 3.1.13. Execució de l'acabat de coberta amb palla d'arròs en una edificació murària s'obra d'adob a Benin.....	9
Figura 3.1.14. Vista interior de l'estructura de coberta. ....	9
Figura 3.1.15. Detall del cosit d'una cumbrera de tipus "cosida" . ....	9
Figura 3.1.16. Detall de la construcció d'una cumbrera del tipus "superposada" .....	9
Figura 3.2.1. Maison Serere (Tambacounda) .....	10
Figura 3.2.2. Construcció típica a Tambacounda.....	10
Figura 3.2.3. Detalls de la resolució de la coberta amb acabat de fulla de palma .....	11
Figura 3.2.4. Assecat de les fulles de palma .....	11
Figura 4.1.1. Casa Impluvium; vista exterior. ....	13
Figura 4.1.2. Esquema distribució .....	13
Figura 4.1.3. Porxo perimetral exterior. ....	14
Figura 4.1.4. Porxo perimetral exterior, vista des de l'interior. ....	14
Figura 4.1.5. Vista interior zenital; estructura de coberta, forjat superior de les estances. ....	14
Figura 4.1.6. Vista exterior de la coberta interior de recollida d'aigua. ....	14
Figura 4.1.7. Vista interior de la coberta interior de recollida d'aigua. ....	15
Figura 4.1.8. Vista interior del pati central de recollida d'aigües. ....	15
Figura 4.1.9. Contraforts.....	15
Figura 4.2.1. Vídua del constructor i Anine (germà Diola).....	16
Figura 4.2.2. Alçat frontal. ....	16
Figura 4.2.3. Balcó exterior.....	17
Figura 4.2.4. Coberta ventilada .....	17
Figura 4.2.5. Perspectiva de la façana principal. ....	18
Figura 4.2.6. Emportament de les bigues principals del sostre al mur de façana. ....	18
Figura 4.2.7. Emportament d'una bigueta del forjat superior. ....	18
Figura 4.2.8. Encontre del forjat superior i bigues principals amb pilar estructural exterior. ....	18
Figura 4.2.9. Doble espai interior .....	18
Figura 4.3.1. Localització de Ayouné. ....	19
Figura 4.3.2. Maison effet venturi. ....	19
Figura 4.3.3. Efecte venturi .....	19

## 6 BIBLIOGRAFIA

### [llibre pdf]

Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

### [[http://](http://www.senegalaisment.com)] L'habitat traditionnel au Sénégal

[www.senegalaisment.com](http://www.senegalaisment.com)

### [Testimonis]

#### **Família Tamba**

Cherif Toumany Tamba, *Anine*  
s/c de Seydou Sané; Ziguinchor; b/p 353  
Ziguinchor, Senegal  
Família d'acollida

#### **Abdou Mawa Ndiaye**

Senegalès resident a Barcelona  
Tècnic del departament de Joventut de la Generalitat de Barcelona des de l'any 2000.

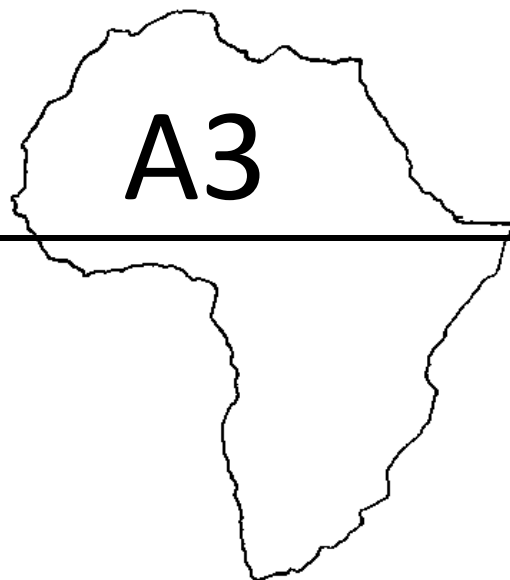
#### **Patricia Font Martin**

Experiència 1 mes al sud de Senegal i Dakar  
Ziguinchor, Oussouye, Bignona, Kolda, Tambacounda, Kédougou



MATERIALS TRADICIONALS

---





## ANNEX 3

## ÍNDEX

ANNEX 3 .....	1
ÍNDEX.....	1
1 OBJECTIU .....	3
2 METODOLOGIA.....	3
3 MATERIALS UTILITZATS EN LA CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL.....	4
3.1. ADOB.....	4
3.2. PEDRA NATURAL.....	11
3.3. PALLA .....	17
3.4. PALMA .....	20
3.5. FUSTA.....	25
4 LLISTAT DE FIGURES.....	31
5 LLISTAT DE TAULES .....	31
7 BIBLIOGRAFIA .....	32





## MATERIALS UTILITZATS EN LA CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL A PAÍS BASSARI

---

### 1 OBJECTIU

L'Objectiu d'aquest annex és presentar una radiografia de tots els materials que s'utilitzaven, i que encara s'utilitzen en alguns casos, en la construcció tradicional de Senegal, concretament a la zona del país Bassari, per saber quines prestacions tenen cadascú d'ells i saber de quina manera treballen en aquest tipus de construcció per tal de poder discernir quins materials ens interessin i/o de quina manera poden ser aprofitables o descartables per a la proposta de millora que es planteja com a objectiu general del treball, per tal de poder optimitzar les prestacions dels materials i utilitzar-los amb una tecnologia apropiada.

### 2 METODOLOGIA

El primer pas es llistar tot els materials que s'ha detectat que s'utilitzen en la construcció tradicional de la zona sud est de Senegal, Regió de Kédougou.

- Adob
- Pedra natural
- Palla
- Palma africana
- Fusta

I en acabat, s'han treballat cadascun d'ells als següents nivells, profunditzant en altres conceptes en funció del tipus de material, l'ús al que es destina i les prestacions que pot oferir:

- Introducció
  - Distribució geogràfica
  - Descripció general
- Creixement i desenvolupament/procés de fabricació
- Propietats
  - Aïllament Tèrmic
  - Aïllament acústic
  - Vulnerabilitat a l'aigua
  - Possibilitat d'autoconstrucció
  - Sismes
  - Limitacions
- Usos en la construcció

## 3 MATERIALS UTILITZATS EN LA CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL

### 3.1. ADOB

---

#### 3.1.1. INTRODUCCIÓ

El bloc constructiu format amb terra argilosa assecat al sol es designat com *adob*. Material que fàcilment trobem en zones àrides o semi àrides com es el cas de la zona del nord del continent africà; però, certament, molt comú arreu del món.

Com a material és ecològic i assequible de manera que representa una bona solució al problema de la vivenda en països en vies de desenvolupament, no només per una qüestió econòmica a nivell de material sinó perquè es poden confeccionar els blocs de manera ràpida i autònoma; tot i que no conèixer les tècniques constructives pot comportar a posteriori problemàtiques greus, i al mateix temps, és un material poc resistent a la humitat.

Utilitzat per aixecar murs i parets pot funcionar sol o acompanyat de cal i sorra o altres materials que s'utilitzaran com a estabilitzadors, per aconseguir una major resistència mecànica i una major resistència a la humitat.

#### DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA MUNDIAL



**Figura 3.1.1.1** Localització mundial de l'adob.

FONT: [www.tierracruda.com](http://www.tierracruda.com)

#### DESCRIPCIÓ GENERAL

La proporció de sorra, argila i components orgànics varien en funció del lloc i origen de la terra. Amb tot, hi ha una proporció que en permet aconseguir una mescla més o menys homogènia:

**20% d'argila, 80% sorra.**

Si el sòl és molt sorrenc l'aigua fàcilment disgregarà els adobs, pel contrari, si és molt argilós es contrauran molt durant el procés de secat i s'esquerdaran amb facilitat.

PROVA RÀPIDA DEL TERRENY

- Recipient
- Aigua
- Terra
  
- Omplim 2/3 del recipient amb terra
- Afegim aigua a l'espai restant (es poden afegir dues cullerades de sal)
- Sacsegem amb força i deixem que s'assenti
- La sorra i el llim son els primers en dipositar-se al cul del recipient, mentre que l'argila romandrà en suspensió formant un núvol opac abans d'assentar-se.



**Figura 3.1.1.2.** Prova d'estratificació del sòl.

FONT: Institut Jane Godall (IJG), Departament de Bio Cosntrucció, Senegal.

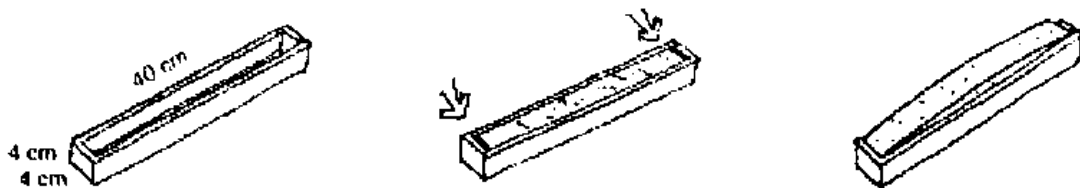
\*L'estratificació del fins ens donarà una idea de la proporció dels components del sòl.

\*Quan la separació no sigui molt clara sacsejarem de nou el recipient i deixarem reposar durant unes hores.

\*Per saber amb més precisió si la terra és idònia per la construcció d'adobs hi ha dues proves ràpides que ens permeten saber-ho amb relativa facilitat:

- La forma més segura és creant uns blocs d'adob de prova, si el terreny és molt argilós, les esquerdes començaran a aparèixer abans de 24 hores.
- Amb la solució amb la que hem comprovat l'estratificació creem una massa modelable, la col·loquem en un motlle de 4 x 4 x 40 centímetres i deixem secar a l'ombra.

- La mostra s'encongeix i mostra un estat d'esquerdes lleu.  
Cal mesurar els centímetres que ha encongit i comprovar que no excedeixi de la 1/10 part del llarg del motlle, és a dir 4 centímetres.
- Si la mescla s'aixeca en forma de corba al centre del motlle caldrà utilitzar un altre tipus de terra.



**Figura 3.1.1.3** Esquematzació dels blocs de prova

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

### 3.1.2. CREIXEMENT I DESENVOLUPAMENT / OBTENCIÓ

La realització de diferents estudis han determinat que la terra més adequada per a la elaboració de blocs d'adob és aquella que prové dels termiters. Es pot afirmar que d'un termiter d'entre 2 i 3 metres podem extreure aproximadament unes 600 unitats de blocs d'adob.

Aquesta quantitat constitueix la quantitat total aproximada de les construccions actuals d'unes dimensions en planta de 4,5 x 4,5 metres de 2,20 d'altura, amb sòcols d'entre 0,6 i 1 metre de ciment. Tot i que per a la construcció d'una construcció circular tradicional es necessitaria la meitat de la quantitat.

Els termiters tenen un alt contingut en argila, el material principal per a la elaboració dels blocs d'adob per a l'execució de diferents sistemes constructius en bio construcció.

En el cas que ens ocupa, s'han localitzat una gran quantitat de termiters actius a la regió de Dindéfelo, amb argila en estat gairebé pur. Aquestes formacions naturals han estat tradicionalment les fonts principals de l'argila per a la construcció de la zona.

Tenint en compte que el procés de formació d'un termiter pot durar com a màxim dos anys, estem parlant d'un material amb un període de renovació ràpid.

### 3.1.3. PROPIETATS

#### DURABILITAT NATURAL

La resistència de l'adob és baixa en comparació amb la resistència d'altres materials industrials existents com el maó o el formigó; però si es duu a terme un correcte manteniment la vida útil de les construccions d'adob i tàpia creix exponencialment.

És necessari però la previsió del manteniment des de les fases inicials del projecte, a nivell d'estratègies i detalls constructius per a optimitzar els materials i aconseguir solucions constructives eficients que permetin la protecció dels materials i els elements des de la posta en obra.

#### AÏLLANT TÈRMIC

Els materials que tenen una *capacitat tèrmica\** elevada, és a dir, un espessor considerable i un gran *calor específic volumètric\**, així com una *conductivitat\** moderada (entre 0.5-2.0 W/m<sup>2</sup>C ) generen el que es coneix com *efecte de massa tèrmica*.

Aquests materials, que es coneixen com a materials pesats tenen la qualitat d'absorbir l'energia calòrica i distribuir-la gradualment en la seva estructura interna.

Requereixen una gran quantitat d'energia per augmentar la seva temperatura de manera que els processos de transmissió de calor per conducció a través d'ells propicien un efecte de *emmagatzematge de calor* o *inèrcia tèrmica*.

MATERIAL	COEFICIENT DE CONDUCTIVITAT TÈRMICA
ADOB	0.45 W/m <sup>2</sup> C
MAÓ	0.85 W/m <sup>2</sup> C
FORMIGÓ	1.50 W/m <sup>2</sup> C

**Taula 3.1.3.1.** Coeficient de conductivitat tèrmica de l'obra de fàbrica d'adob, maó i formigó.

FONT: Base de dades ECOTECH.

### AÏLLANT ACÚSTIC

L'adob és un material amb una densitat elevada, el valor d'aquesta es mou entre els 1.400 – 1.600 Kg/m<sup>3</sup>, a més, les solucions constructives que ens ofereix aquest material són pesades, així doncs, per la *lleï de massa\** resulta un bon aïllant acústic.

### RESISTÈNCIA AL FOC

Donada la seva naturalesa físico-química, la terra crua presenta una gran estabilitat i resistència al foc, superant en resultats a materials industrialitzats com ho poden ser l'acer, el formigó o el maó.

### VULNERABILITAT A L'AIGUA

L'aigua produeix un efecte erosiu sobre l'adob i la tàpia similar al que exerceix sobre el terra sense vegetació. Si l'arrencada dels murs no tenen algun tipus de protecció amb la pluja i les riuades pateixen pèrdues de material.

Per evitar l'efecte negatiu de l'aigua de pluja que s'acumula al terra en alguns moments de precipitació intensa, els edificis construïts amb adob i tàpia es sustenten sobre fonaments de pedra o altres materials resistents a l'aigua. Una altra tècnica que protegeix el mur és aplicar-hi un recobriment de cal a mode d'arrebossat.

### POSSIBILITAT D'AUTOCONSTRUCCIÓ

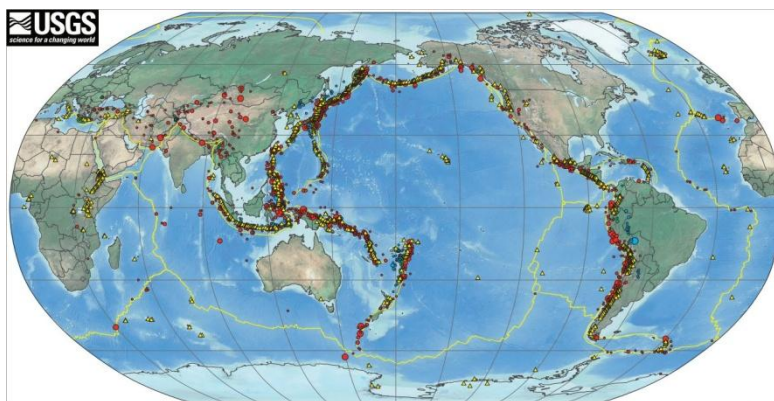
Al trobar-se de forma natural al terreny i sent el seu procés de fabricació relativament senzill ja que no es necessari cap equip complex ni molta infraestructura, pot fabricar-se de manera manual.

El procés constructiu dels sistemes fets d'adob també es relativament senzill de manera que converteix l'adob en un material barat i accessible per als auto constructors.

Tot i així, no tenir el coneixement suficient pot comportar problemes, perquè des d'una mala composició fins a una mala execució pot comportar greus problemes de resistència mecànica, problemes.

### SISMES

L'adob com a tal no té bones prestacions front dels tremolors i moviments sísmics, però s'han desenvolupat tècniques constructives que ens permeten aconseguir edificacions amb una elevada resistència als sismes; és per això que és un material predilecte per a la construcció en zones on l'activitat sísmica és elevada.



**Figura 3.1.3.1.** Activitat sísmica mundial

FONT: USGS – U. S. Geological Survey

Àfrica, però no és una zona sísmica important. En territoris tropicals a l'Àsia o Amèrica si existeix una clara tradició constructiva amb adob com a solució bàsica i principal per a la construcció de vivendes resistents als sismes ja que es localitzen el major nombre d'epicentres a nivell mundial, i d'altres intensitats.

A l'Àfrica, però, tot i que hi ha localitzat algun epicentre, aquests són d'intensitat mitja – baixa, de manera que podem determinar que l'ús d'adob no és principalment com a causa d'una activitat sísmica alta, sinó més aviat, com a recurs abundant i econòmic per a la construcció tradicional als assentaments dels diferents grups ètnics.

## LIMITACIONS

Donada la resistència del material, la construcció en adob és limitada a edificacions de dos pisos com a màxim, i en el cas de les construccions de dos pisos cal estudiar molt bé l'estructura i cuidar molt l'execució per tal d'aconseguir una edificació resistent, estable i, en conseqüència, segura.

### 3.1.4.USOS EN LA CONSTRUCCIÓ

No podem parlar de l'adob com un material versàtil i multi funcional, es regeix per uns principis molt concrets, els quals hem anat esmenant anteriorment, i es d'aquesta manera que treballa de manera òptima, però el podem trobar en diferents elements constructius:

- Murs
- Cobertes
- Mobiliari
- Petites contencions
- Morters

Aquest darrer és el segon ús principal que trobem en les edificacions tradicionals:

## COMPOSICIÓ DEL MORTER D'ARGILA

### Sorra + llim + argila (5-12%)

Cal tenir en compte:

- Propietats de les proporcions
- Granulometria de la sorra
- Contingut d'aigua
- Tipus d'argila
- Forma de preparació
- Tipus i quantitat d'additius
  - Normalment de tipus fibrós per millorar la resistència
  - Revocs exteriors: *pèl, fibres de coco, palla...*
  - Revocs interiors: *pellis de cereals, fibres de cel·lulosa...*

## SUPERFÍCIE D'ADHERÈNCIA

Per a que el morter tingui una bona adherència a la superfície aquesta ha d'estar neta i ha de ser rugosa; es per aquest motiu que es raspa amb un rasplet a 45º en ambdues direccions per tal d'aconseguir aquest efecte i que no es desprengui el morter al poc temps d'haver-lo col·locat.

### PROVA

Es realitza un revoc de 2 cm d'espessor en una de les cares d'un bloc d'adob, es deixa reposar durant entre 2 i 4 dies i aleshores s'observa el resultat:

- Es desprèn d'una sola peça → molta quantitat d'argila (rebaixar amb aigua)
- Es desprèn a trossos al colpejar el bloc → no té prou cohesió (enriquir amb argila)
- No es desprèn → aparició de fissures fines (rebaixar lleugerament amb sorra gruixuda)
- No hi ha fissures / no hi ha despreniments → **proporció correcta**

## APLICACIÓ

- La superfície ha d'estar seca i neta, per evitar problemes de retracció
- Cal raspar la superfície per conferir-li rugositat per tal d'aconseguir una bona adherència
- Humitejar la superfície en el moment de procedir amb l'execució del revoc; d'aquesta manera augmenta l'expansió i amb ella l'adherència.
- Llençar el morter amb força
- Fins assolir un espessor d'uns 10-15mm (aplicació en dues o tres capes)
  - 1 Morter a sorra gruixuda + fibres → menys fissures durant el secat
  - 2 capa final – fems i cal → major resistència

### 3.1.5. IMPACTE AMBIENTAL

Per a la fabricació i processat d'adobs i conformació de murs de tàpia s'utilitza molta **menys** energia que la necessària per a la construcció de murs d'altres materials convencionals, i l'energia utilitzada, en la majoria dels casos, prové de fonts energètiques renovables i netes.

		Consumo de Agua	Consumo de Carbón*	Consumo de Energía eléctrica
<b>Fabricación de ladrillos</b>	Consumo del recurso	77 Kg/Ton	72,57 Kg/Ton	53,10 Kwh/Ton
	Kg de CO <sub>2</sub> equivalentes**	-	207,55Kg/Ton	21,24 Kg/Ton
<b>Fabricación de adobes</b>	Consumo del recurso	25 Kg/Ton	-	-
	Kg de CO <sub>2</sub> equivalentes	-	-	-

**Taula 3.1.5.1.** Consum d'energia en la fabricació d'obra de fabrica.

FONT: Low Tech Magazine; dades extretes de : Red Internacional de energias Limpias.

\* Les emissions de CO<sub>2</sub> varien segons el tipus de carbó que es crema, s'ha pres com a referència un carbó amb un contingut d'un 78% de contingut de carboni i 14.000 BTU\*, que emet 2.86 Ton de CO<sub>2</sub> per tona de carbó cremat.

\*\* Els Kg de CO<sub>2</sub> emesos per Kwh d'energia produïda varien segons la font d'energia utilitzada





## 3.2. PEDRA NATURAL

---

### 3.2.1. INTRODUCCIÓ

La pedra natural és una roca que s'extrau directament de la natura i que, després de la seva modulació i tractament es pot utilitzar com a material constructiu.

Se li poden atribuir diferents utilitats:

- material estructural
- material ornamental

#### **Cal estudiar el cost, el disseny i la durabilitat**

Amb l'aparició del formigó i l'acer, ha perdut importància com a material constructiu, ja que la construcció amb pedra requereix molt més temps per a la seva execució; però continua sent una bona opció en indrets on els recursos de pedra natural són abundants i on la inserció de l'acer i el formigó no ha estat dràstica.

#### **DESCRIPCIÓ GENERAL**

Com a material estructural les pedres més utilitzables són:

- Granit
- Gneis
- Arenisca
- Caliza
- Marbre
- Cuarcita
- Pissarra

Cal conèixer algunes de les seves propietats bàsiques tals com:

- Aparença
- Resistència
- Pes
- Duresa
- Durabilitat
- Tenacitat
- Porositat i absorció
- Treballabilitat
- Resistència al foc
- Densitat
- Conductivitat tèrmica

Fer-nos una idea sobre les propietats i característiques tècniques dels materials que estudiem com a possibles per al nostre projecte ens permet escollir amb criteri quin d'ells és el més adequat.

TIPUS DE ROQUES

<b>SEGONS ORIGEN</b>	<b>Roques Ígnies</b>	Plutòniques	<i>Granit</i>
		Volcàniques	<i>Basalt</i>
		Hipoabissaliques	<i>Ofita</i>
	<b>Roques sedimentàries</b>	Detrítiques	<i>Argiles</i>
		Químiques	<i>Guix</i>
		Origen orgànic	<i>Carbó</i>
<b>Roques metamòrfiques</b>	Roques foliades (estructura laminar)	<i>Pissarra</i>	
	Roques no foliades	<i>Marbre</i>	

**Taula 3.2.1.1.** Classificació de les roques segons el seu origen

FONT: Apunts universitaris, La Salle. Materials

ELABORACIÓ: pròpia

**ÍGNIES**

Es formen a partir del refredament del magma al passar de l'escorça terrestre al mantell superior.

Segons les condicions de refredament del magma es formen tres tipus de roques ígnies:

- Si el magma refreda **a l'interior de l'escorça** lentament es forma una roca **plutònica**.
- Si el magma refreda **a l'exterior de l'escorça** de forma sobtada es forma **una roca volcànica**.
- Si el magma es refreda **prop de la superfície** es forma **una roca hipoabissal**.

**SEDIMENTÀRIES**

Estan formades per materials d'origen extern, per l'acció d'agents geològics que afecten a la superfície terrestre. Per aquest motiu també s'anomenen **exògenes**. Qualsevol tipus de material viu o inert pot transformar-se en sediment i acabar formant part d'aquest tipus de roques.

**Roques sedimentaries detrítiques:**

Estan formades per fragments de roca arrossegats i dipositats en un altre lloc units per un ciment natural.

<b>Conglomerats</b>	<b>Arenisques</b>	<b>Argil·les</b>
---------------------	-------------------	------------------

Roques sedimentaries químiques:

- Roques carbonatades: són les compostes per calcita i dolomita
- Roques silícies: Poden ser d'origen orgànic i químic.
- Roques fosfatades: Formades per fosfats
- Roques ferruginoses: Contenen òxids de ferro
- Roques salines o vaporitzades

Roques sedimentaries d'origen orgànic:

- Tenen un gran contingut de carboni barrejat amb hidrogen i per tant tenen un gran poder calorífic.

Es divideixen en:

- **Carbons** com la turba o el lignit
- **Petrolis** com la parafina.

## **METAMÒRFIQUES**

Procedeixen de la transformació física o química en estat sòlid de les roques existents, sense que s'arribin a fondre. Aquestes transformacions es deuen a l'acció d'altres temperatures i pressions, superiors a les de formació de les roques originals, i en alguns casos, també a l'intercanvi químic amb fluids de diferent composició.

### **Tipus de metamorfisme:**

-Metamorfisme de contacte: La roca originària entra en contacte amb una massa de magma i l'alta temperatura del magma és el que transforma la roca. El grau de transformació depèn de la temperatura soferta.

-Metamorfisme regional: En formar-se una serralada, l'escorça és comprimida tant cap amunt com cap avall. Les roques que s'enfonsen, resten sotmeses a la pressió causada per aquesta compressió i pel pes dels materials que tenen al damunt, i a la vegada per la calor causada per la profunditat.

### **Classificació:**

-Les roques foliades: Roques amb una estructura laminar causada per esforços de compressió importants en una sola direcció.

-Les roques no foliades: Generalment compostes d'un sol mineral.

## **3.2.2. CREIXEMENT I DESENVOLUPAMENT / PROCÉS DE FABRICACIÓ**

### **SISTEMES D'EXTRACCIÓ I TREBALL**

#### EXTRACCIÓ DE ROQUES A PEDRERA

##### **Extracció a Mines**

##### **Extracció a Cel Obert**

#### SISTEMES D'EXTRACCIÓ

##### **Serres**

Manuais

Mecàniques

Serres d'aigua a pressió

##### **Cables**

Fil d'acer

Fil de diamant

##### **Rajos làser**

##### **Ultrasons**

##### **Tascons**

##### **Sistemes de cunyes**

De fusts

Metàl·liques

##### **Llança tèrmica**

## TALL DE LES PEDRES

Un cop extreta la pedra, tenim que donar-li forma tallant-la segons com ha de ser col·locada a l'obra.

Aquest procés consta de cinc operacions:

1. **Divisió del bloc**, es separa el bloc gran en blocs més petits.
2. **Dimensions**, s'agafen els blocs més petits i s'hi determinen les dimensions de cada una de les cares.
3. **Menor espessor**, es redueix encara més el bloc petit per tal de tenir menys pes.
4. **Forma aproximada**, es tallen amb la forma aproximada que tindran a l'obra.
5. **Labra**, perfeccionarem el tall, per donar-li més qualitat i bellesa.

## 3.2.3. PROPIETATS

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS TIPOS DE PIEDRA	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Resistencia a compresión (MPa)	Resistencia a tracción (MPa)	Módulo elástico (kN/mm <sup>2</sup> )	Dilatación térmica (mm/m100K)	Absorción de agua (% peso)	Porosidad (%)
<b>ROCAS IGNEAS</b>							
Diorita	2,8-3,0	204-275	10-22	38-76	0,88	0,2-0,4	0,5-1,2
Gabro	2,8-3,1	194	10-22	112-125	0,88	0,2-0,4	0,5-1,2
Granito	2,5-3,0	153-280	10-20	38-76	0,80	0,2-0,5	0,4-1,4
Sienita	2,6-2,8	205-316	10-20	64	0,80	0,2-0,5	0,4-1,4
Pórfido	2,5-2,8	184-305	12-24	25-65	1,25	0,2-0,7	--
Diabasa	2,9	180-250	15-28	78-115	0,75	0,1-0,4	--
Basalto	2,9	325	13-25	58-103	0,90	0,1-0,3	--
Lava basáltica	2,2-2,4	80-150	8-12	--	--	4-10	2-24
Toba volcánica	1,8-2,0	20-35	2-6	--	0,5-0,9	4-12	--
<b>ROCAS METAMÓRFICAS</b>							
Cuarcita	2,6-2,7	150-300	12-20	74-77	1,25	0,2-0,4	--
Gneis	2,4-2,9	160-280	10-15	11-36	0,5-0,8	0,1-0,6	0,3-1,8
Màrmol	2,7-2,9	82-184	1,6-15	--	0,3-0,6	0,2-0,6	0,4-1,8
Pizarra	2,7-3,0	76-255	50-82	10-35	--	0,5-0,6	1,4-1,8
Serpentinita	2,6-2,8	75-250	4-5	30-150	0,5-1,0	0,1-0,7	0,3-1,8
<b>ROCAS SEDIMENTARIAS</b>							
Dolomia	2,7-2,8	150-250	4-15	40-84	0,75	0,3-3	--
Caliza densa	2,7	80-180	6-15	30-80	0,75	0,2-0,6	0,4-1,8
Caliza conchífera	1,7-2,6	20-90	5-8	--	0,70	0,2-10	0,5-25
Travertino	2,4-2,5	20,5-61	4-10	--	0,68	2-5	4-10
Arenisca	2,0-2,7	120-200	3-15	8-18	1,20	0,2-9	--

**Taula 3.2.3.1.** Principals característiques des del punt de vista físic d'un important nombre de pedres classificades segons el seu origen.

FONT: Tectonica N<sup>o</sup>27 Piedra, pagina 5.

## DURABILITAT NATURAL

Com hem vist, hi ha un gran ventall de tipologies. Quan parlem de durabilitat és important tenir en compte una de les característiques: el grau d'absorció d'aigua.

Com més porosa sigui la pedra més aigua absorbirà, i en climes que propicien cicles de gel i desgel al disminuir la temperatura l'aigua absorbida augmentarà de volum, es generaran tensions i finalment es produirà una ruptura que acabarà comportant una pèrdua de material.

Per tant, es convenient, per perllongar al màxim la durabilitat de la pedra, protegir-la convenientment quan aquesta estigui en ambients exteriors i en climatologies extremes, controlant exhaustivament l'execució de les solucions constructives i les condicions en que s'ha de realitzar la posta en obra, i a posteriori, realitzar un correcte manteniment.

**CAL TENIR EN COMPTE...**

- ✓ PLUJA
- ✓ VENT
- ✓ DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
- ✓ VEGETALS
- ✓ INCOMPATIBILITATS
- ✓ AGENTS QUÍMICS

**AÏLLAMENT TÈRMIC**

Els materials que tenen una *capacitat tèrmica\** elevada, és a dir, un espessor considerable i un gran *calor específic volumètric\**, així com una *conductivitat\** moderada (entre 0.5-2.0 W/m°C ) generen el que es coneix com *efecte de massa tèrmica*.

Aquests materials, que es coneixen com a materials pesats tenen la qualitat d'absorbir l'energia calòrica i distribuir-la gradualment en la seva estructura interna. Requereixen una gran quantitat d'energia per augmentar la seva temperatura de manera que els processos de transmissió de calor per conducció a través d'ells propicien un efecte de ***emmagatzematge de calor o inèrcia tèrmica***.

Si s'utilitza conjuntament amb altres materials, creant un sistema constructiu heterogeni, aquesta qualitat millorarà.

**AÏLLAMENT ACÚSTIC**

Les solucions constructives que ens ofereix aquest material com a element muràri estructural són pesades, així doncs, podem determinar que per la *lleï de massa\** resulta un bon aïllant acústic en aquest tipus de solucions.

És també un material dens, així doncs, en solucions on s'utilitza la pedra com a element ornamental o d'acabat també confereix al sistema un grau d'aïllament acústic a considerar.

Si s'utilitza conjuntament amb altres materials, creant un sistema constructiu heterogeni, aquesta qualitat millorarà.

**RESISTÈNCIA AL FOC**

Bona

**VULNERABILITAT A L'AIGUA**

Responen molt bé en termes d'impermeabilització aquelles tipologies que no són poroses. Amb tot, si estan exposades directament a un ambient exterior, amb el temps, l'aigua i el vent meteoritzen la superfície de la pedra i té lloc una pèrdua de material progressiva, no obstant aquesta erosió no es tant ràpida com en el cas de la construcció amb terra.

En el cas de les pedres amb un alt grau de porositat l'aigua és una de les principals causes d'importants patologies.

### POSSIBILITAT D'AUTOCONSTRUCCIÓ

És necessari mà d'obra especialitzada per a poder realitzar l'extracció de la pedra, quan es requereix una forma i uns acabats concrets.

El procés de construcció en si, és pot realitzar de manera autònoma sempre i quant, com en tot, es segueixin les especificacions requerides i es realitzi una posta en obra acurada.

### SISMES

-

### LIMITACIONS

En el cas de les gelades queda limitada al tipologia de pedra que cal utilitzar, donat que la porositat de la pedra és clau per evitar fissures i despreniments com s'ha apuntat a l'apartat de vulnerabilitat a l'aigua.

Existeixen altres tipus de limitacions, com per exemple de transport, en funció del pes de la càrrega a transportar ( a més de l'impacte ambiental que suposa).

### 3.2.4. USOS EN LA CONSTRUCCIÓ

#### FONAMENTACIÓ Y PARETS

-Pedres de canteres, partides i tallades mitjançant serres.

-Escales, descansos, cornises, dintells, ampits, etc.

#### FAÇANES I ELEMENTS ARQUITECTÒNICS

-Pedres de fàcil polit i textura agradable.

#### ESTRUCTURES RESISTENTS AL CALOR

-Basalt, andesita, tuff, granits, pedres silícies, marbres, dolomites, magnesites, etc

#### ELEMENTS D'EDIFICIS

-Granits, marbres, calizas

#### PRODUCTES

-Fàbriques, Paviments, cobertes, aplacats, etc

### 3.2.5. IMPACTE AMBIENTAL

L'extracció i processament de minerals comprenen una sèrie d'accions que produeixen significatius impactes mediambientals, que perduren en el temps degut a l'extracció, transport i processament de les pedres i materials de construcció.

Alguns dels impactes més representatius són:

- Alteració i contaminació del sòl superficial, degut al moviment de terres i enderroc.
- Degradació de la qualitat de l'aire i soroll degut al trànsit de vehicles.
- Modificació de l'hàbitat de la fauna i la vegetació.
- Interrupció dels aqüífers d'aigua freàtica i superficial
- Obstacles visuals i cromàtics del paisatge.
- Malalties com la "silicosis" degut a la pols del silici, o bé, càncer de pulmó degut al granit que emet grans nivells de radó.

### 3.3. PALLA

#### 3.3.1. INTRODUCCIÓ

La palla és un tall sec que s'obté al retirar el gra d'alguns cereals com el blat o l'arròs. És un dels materials de construcció més antics dels que es té algun tipus de registre. S'utilitza principalment en la construcció de sostres i cobertes en regions en vies de desenvolupament i en ambients campestres.

#### DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA MUNDIAL



**Figura 3.3.1.1.** Distribució geogràfica mundial del cultiu d'arròs

FONT: USGS – Red internacional de Recursos y Redes SRI (ISR – Rice ).

#### DESCRIPCIÓ GENERAL

Donada la naturalesa del material la construcció dels elements amb aquest s'han de realitzar de manera acurada i en molts casos la posta en obra ha de ser íntegrament artesanal. En funció del producte que volem obtenir és molt difícil que el procés es pugui mecanitzar.

#### 3.3.2. CREIXEMENT I DESENVOLUPAMENT/ PROCÉS DE FABRICACIÓ

Pot tenir diferents fonts:

- Espècies invasores
- Subproductes d'aliments / collites agrícoles (blat, arròs, ...)
- Cultius especials per a la construcció amb palla
- Vegetació autòctona del país

La palla de cereals majoritàriament blat, civada, arròs, entre altres està disponible de manera molt àmplia en molts dels indrets. Quants menys fertilitzants s'hagin utilitzat en el cultiu tant menys seran susceptibles de l'atac dels fongs.

La collita ha de ser manual ja que les màquines de conrear esquerden els talls. S'ha de tallar quan estigui madur i sec a 5 cm del terra.

Per facilitar que els elements constructius siguin el més pla i estanc possible és necessari que la palla es sotmeti a un procés de pentinat, amb un rastrell manual, per eliminar fulles seques i altres brutícies, per posteriorment ser lligada en feixos i emmagatzemada en un lloc sec.

El procés de pentinat de la palla duplica la vida útil d'aquesta, de manera que l'acció queda justificada.

Els lligats han de tenir un diàmetre de 55 cm en el punt de lligada, que ha d'estar aproximadament a 30 cm de l'extrem de tall.

### **3.3.3. PROPIETATS**

#### **DURABILITAT NATURAL**

Un element constructiu de palla correctament executat que està exposat a la intempèrie podria durar més de 40 anys en localitzacions on el clima no és agressiu, tot i així, els feixos de palla demanen ser renovats cada 8 – 10 anys.

Si l'exposició solar és constant i ha de suportar altes temperatures gairebé durant el transcurs de tot el dia, com és el cas de Senegal, donat que la mitja de temperatures durant tot l'any és aproximadament de 35°C durant tot el dia fa que la palla s'assequi i es cremi en un cicle de desgast molt més elevat que en altres indrets, reduint la vida útil de les cobertes exponencialment.

Els elements els quals estan protegits dels agents exteriors com la pluja el vent i la radiació solar tenen una vida útil molt més llarga, donat que el nivell d'exposició és gairebé nul. Amb tot, la humitat segueix sent un problema si la tecnologia constructiva no és l'adequada.

#### **AÏLLAMENT TÈRMIC**

La palla no és un bon conductor tèrmic , és per això que esdevé un bon aïllant tèrmic i s'utilitza en la construcció de cobertes i de murs ( en la configuració pròpia del mur o com aïllant).

#### **AÏLLAMENT ACÚSTIC**

Contribueix a un bon aïllament acústic en els casos en que s'utilitza com a un element més d'un sistema constructiu heterogeni, per conjunt de resistències a la transmissió del so que ofereix cada material del sistema.

#### **RESISTÈNCIA AL FOC**

Nul·la . Com a element orgànic la resistència al foc és nul·la a no ser que se li disposi algun tipus de tractament de protecció. La millor protecció és evitar l'alta densitat d'edificació (àrees urbanes) evitar focs incontrolats en les proximitats de les construccions

#### **VULNERABILITAT A L'AIGUA**

És un material molt vulnerable a l'aigua i es per això que una patologia habitual és la putrefacció d'aquesta. L'execució de sistemes com una coberta ha de ser molt acurada per intentat minimitzar els riscos de filtracions d'aigua. Amb tot, és un material molt permeable i es requereix de l'ajuda d'altres materials per que la coberta resulti ben impermeabilitzada.

#### **POSSIBILITAT D'AUTOCONSTRUCCIÓ**

De manera rudimentària podem auto construir amb palla, però per a que l'execució sigui correcta i confereixi a la construcció la durabilitat i estanquitat adequada és necessita mà d'obra especialitzada i amb experiència.

#### **SISMES**

Resistència sísmica molt bona.

#### **LIMITACIONS**

Baixa resistència als insectes.



### 3.3.4. USOS EN LA CONSTRUCCIÓ

- Murs
- Cobertes
- Replè de matalassos
- Aïllament tèrmic
- Panells conglomerats
- Aglutinant

### 3.3.5. IMPACTE AMBIENTAL

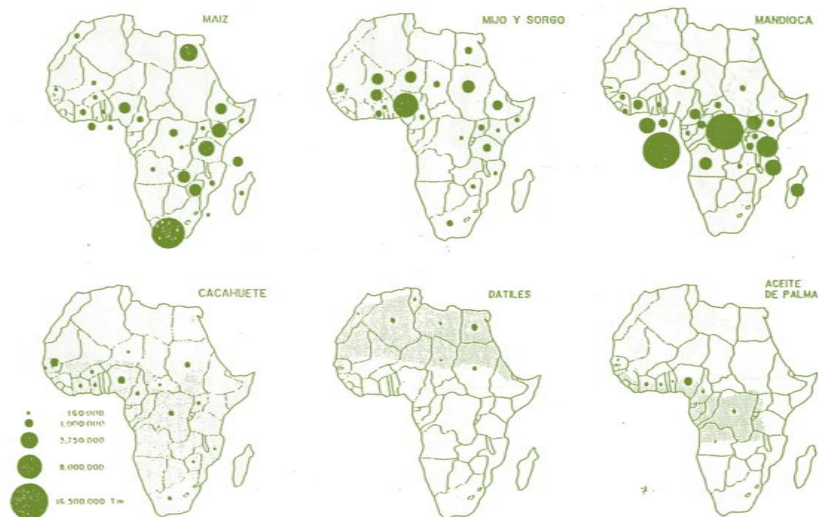
L'impacte associat a la construcció amb palla és molt **baix** si es respecten els temps de collita i de regeneració del cereal, per no reduir la quantitat de recurs.

La majoria dels diferents grups ètnics localitzats a País Bassari viuen del conreu d'arròs, així doncs estem parlant d'un material del qual disposen amb extrema facilitat; un recurs autòcton i ecològic que no té impacte associat respecte al desplaçament i molt baix respecte a la fabricació i manufactura.

### 3.4. PALMA

#### 3.4.1. INTRODUCCIÓ

Hi ha més de 3.000 espècies diferents de palmeres, més de 120 de les quals es localitzen a Àfrica. Com podem observar en la següent figura dos dels cultius més abundants de l'Àfrica occidental és el cultiu de dàtil i la fabricació d'oli de palma; així doncs, dues espècies pròpies i molt extenses en aquesta zona (regió del Sháel) són les conegudes *Palmera africana (Elasis Guineesis)* i la *Palmera datilera*.



**Figura 3.4.1.1.** Distribució dels cultius majoritaris a l'Àfrica  
Blat, mill, mandioca, cacahuet, dàtils i oli de palma

FONT: Grupo editorial Océano. "Enciclopedia Temática Océano". Ediciones Océano, S.A. Barcelona. 1990

Pròpia de regions tropicals caloroses, creix en altituds per sota dels 500 metres per sobre del nivell del mar, tot i que també arriba a desenvolupar-se en zones pantanoses.

És originària del Golf de Guinea, i ja des de ben antic els nadius de l'Àfrica Occidental extreien l'oli dels seus manyocs. Va ser cap al segle XV que es va començar a estendre com a cultiu cap a altres regions de l'Àfrica.

A la fi, aquest sistema de coberta és molt similar al que es construeix amb palla, past de la Sabana africana, o a les fulles de plataner a l'Amazona.

#### DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA MUNDIAL



**Figura 3.4.1.2.** Distribució geogràfica mundial de la palmera Africana

FONT: [www.thecompositaehut.com](http://www.thecompositaehut.com) / Laboratorio de Sistemática de Plantas Vasculares | Curso SPV | Fichas Familias | Arecaceae

### DESCRIPCIÓ GENERAL

És de cultiu perenne i tardà i de llarg rendiment, ja que la seva vida productiva pot durar més de 50 anys.

Els cultius espontànies arriben a assolir fins a més de 20 metres al de longitud dels talls voltant dels 25 – 30 anys, això dificulta la manejabilitat de les palmeres de manera que es dificulta la collita.

Els fruits es comencen a produir a partir dels dos anys y mig de la sembra.

La fulla de la palma tendre creix ràpidament amb ser talada i encara amb més vigor; és un material, però, que no té resistència mecànica, de manera que s'utilitza com a acabat, mai com a element estructural.

De la palmera en sí, també s'utilitza la fusta del tronc, de manera que se n'extreuen dos materials principals per a la construcció:

FULLES: Serveixen per al recobriments de la coberta, i elements decoratius i de mobiliari.

TRONC: S'anomena *yagua* i serveix per als elements d'amarra i tancament i és més forta que la fulla.

### **3.4.2.CREIXEMENT / PROCÉS DE FABRICACIÓ**

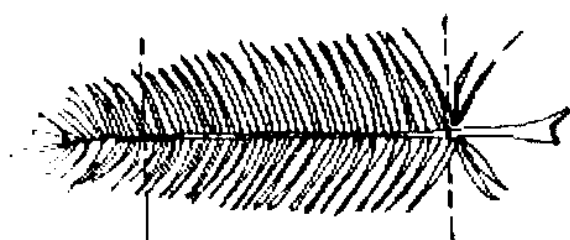
Sota condicions normals el tronc sosté entre 40 i 56 fulles. Produeix entre 20 i 30 fulles per any, Aproximadament s'obté una proporció de 3 fulles per cada anyoc produït.

Les fulles tenen un color verd molt característic i arriben a assolir unes longituds entre 6 i 8 metres.

L'eix de la fulla es divideix en una part basal o més ample, als extrems de les quals apareixen espines planes, gruixudes i molt agudes.



**Figura 3.4.2.1.** Palmera Africana  
FONT: [www.thecompositaehut.com](http://www.thecompositaehut.com)



#### PARTS DE LES FULLES

- Base
- Peciol
- Raquis
- Fol·licles

**Figura 3.4.2.2.** Esquema de la fulla d'una palmera africana

FONT: Lloyd Kahn (1999) *Cobijo*, Ed. H. Blume, 1995 ISBN: 978-84-87756-39-9

### **3.4.3. PROPIETATS**

#### **DURABILITAT NATURAL**

En funció de la tipologia de coberta, la inclinació d'aquesta i altres consideracions pot arribar a durar entre 30 i 50 anys si es realitza un manteniment adient.

### AÏLLAMENT TÈRMIC

La fulla de palmera no és un bon conductor tèrmic , és per això que esdevé un bon aïllant. S'utilitza en la construcció de cobertes i de murs ( en la configuració pròpia del mur o com aïllant).

### AÏLLAMENT ACÚSTIC

-

### RESISTÈNCIA AL FOC

Nul·la . Com a element orgànic la resistència al foc és nul·la a no ser que se li disposi algun tipus de tractament de protecció.

### VULNERABILITAT A L'AIGUA

Si s'utilitza en solucions tramades i el teixit resultant està ben comprimit, sense deixar forats entre les diferents cosides pot arribar a tenir un grau de impermeabilitat acceptable, però cal controlar molt l'execució.

Si s'utilitza en feixos el grau d'impermeabilitat és molt baix i es requereix de l'ajuda d'altres materials per que la coberta resulti ben impermeabilitzada.

### POSSIBILITAT D'AUTOCONSTRUCCIÓ

La construcció de cobertes de palmera requereix d'una tècnica específica per disposar les fulles, es requereix molta pràctica i habilitats tècniques per efectuar la coberta de manera adequada.

Amb tot, és una coberta en la que les tasques de manteniment i reparació són de fàcil accés i de fàcil realització.

### LIMITACIONS

El material es propens a l'afectació de fongs, tèrmits i insectes habitant entre les fulles.

Es precisen tractaments prèvis de protecció i conservació per a prevenir aquestes problemàtiques, al mateix temps que es fa necessari un control i un manteniment dels elements d'aquest material.

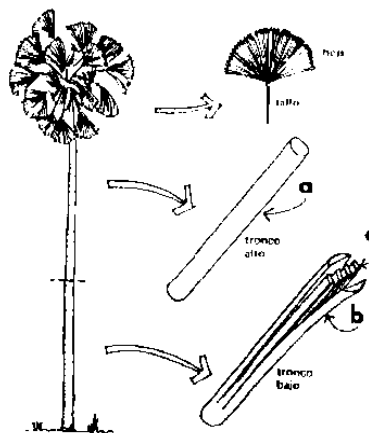
### 3.4.4. USOS EN LA CONSTRUCCIÓ

#### TRONC

- Bigues
- Llistons
- Cordes d'amarratge

#### FULLES

- Entramats
- Llits
- Estores
- Tancats per a ramat
- Acabat de coberta



**Figura 3.4.4.1.** Esquema de l'aprofitament de les diferents parts de la palmera africana en la construcció

FONT: Lloyd Kahn (1999) *Cobijo*, Ed. H. Blume, 1995, ISBN: 978-84-87756-39-9

### 3.4.5. IMPACTE AMBIENTAL

#### FULLES

L' utilització de les fulles de palma en la construcció no implica la tala de palmeres l'impacte associat no és ni greu ni elevat, ja que les fulles tendres tornen a néixer de manera ràpida i més vigoroses. L'únic que és necessari controlar és la intensitat dels talls i recol·lecció.

En el cas de Senegal, estem davant d'un recurs autòcton, de manera que l'impacte associat al desplaçament és gairebé nul ja que no s'utilitzen grans infraestructures ni mitjans, i molt reduït respecte a l'impacte associat a la fabricació i manufactura, ja que la majoria de les accions necessàries per obtenir el producte, en el cas de les estores per exemple, són manuals.

#### TRONC

De la palma aprofiten també la fusta del tronc (així com d'altres vegetals) com a material constructiu, aquest fet si que produeix un impacte elevat donat que s'han produït tals d'arbres inclòs per a la confecció d'elements constructius molt petits, i no tenir un control sobre aquestes pràctiques a suposat l'inici de la desforestació dels boscos propers. Així doncs, aquesta pràctica ha esdevingut prohibida pel govern i cal trobar alternatives més sostenibles que no suposin un impacte tant elevat i permetin preservar els recursos naturals de la regió.

### 3.4.6. RENDIMENTS I PERSPECTIVES

És de cultiu perenne, tardà i de llarg rendiment, ja que la seva vida productiva pot durar més de 50 anys.

En quant al cultiu d'oli:

Nº	Cultivo	Rendimiento (Kg. Aceite/Ha/año)
1	<b>Palma africana (<i>Eleaëis guinensis</i>)</b>	<b>+ 3,000 -5,000</b>
2	Cocotero ( <i>Cocos nucifera</i> )	1,500 – 3,000
3	Girasol ( <i>Helianthus annuus</i> )	400 – 500
4	Cacahuate ( <i>Arachis Hypogaea</i> )	400 -500
5	Soya ( <i>Glycine max</i> )	150 - 220

**Taula 3.4.6.1.** Taula de rendiments de les principals espècies autòctones en quant al cultiu d'oli.

FONT: Manual tècnic de la palma africana, Technoserves

En quant a la producció de fruits, a l'edat de 5 anys s'espera que una pala produeixi catorze manyocs per any, amb un pes promig de 7 Kg/manyoc; i s'estima que al voltant dels 8 anys el nombre de manyocs produïts es de 8 amb un pes 22 kg cadascú:

Producción de hojas	24- 30 / palma
Producción de racimos	12 / año / palma
Peso del racimo	20 - 30 kg
Peso del fruto.	10 gramos
Semilla (nuez) fruto	5 - 8 % (1 - 1.6 ton / ha)
Aceite de almendra	0.50 ton / ha
Torta de almendra	0.45 ton. / ha
Producción de cáscaras (de semilla)	5 %
Pericarpio / fruto	85 - 92 %
Aceite / racimo	20 - 25 %
Producción de aceite	5 - 8 ton /ha / año
Producción de fibras / racimo	13 %
Producción de raquis (estopas) / racimo	22 %

**Taula 3.4.6.2.** Dades generals de la palma productora d'oli en quant a fruits

FONT: Manual tècnic de la palma africana, Technoserves

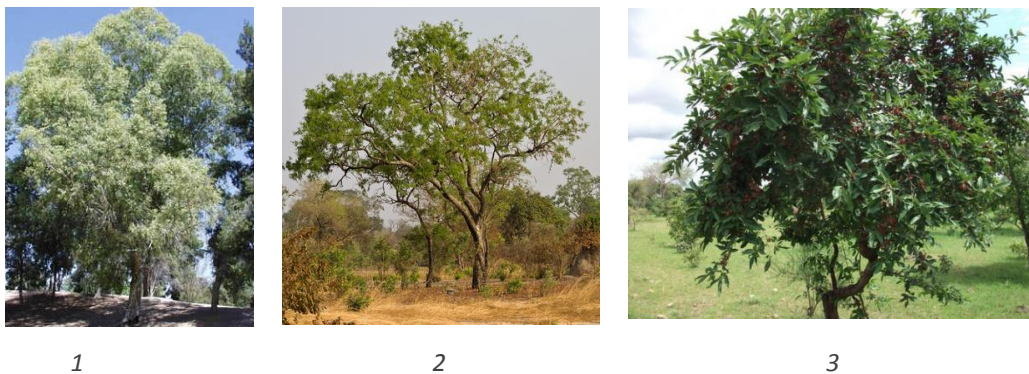


### 3.5. FUSTA

#### 3.5.1. INTRODUCCIÓ

La fusta és un dels materials principals de la construcció tradicional, no només en el cas que ens ocupa sinó arreu del món, amb tot, aquest material s'ha de tractar amb molt de compte, no només per intentar optimitzar les seves prestacions sinó perquè l'ús sense control d'aquest pot comportar seriosos problemes de desforestació, ja que el temps de regeneració és molt gran; i cal respectar-lo si no volem fer un mal ús dels recursos i treballar en pro de la conservació de la flora de la zona.

Hi ha diferents tipus d'arbres localitzats en la nostra regió d'estudi; en aquest cas tractarem només tres de les espècies amb les quals s'acostumen a produir elements constructius:



**Figura 3.5.1.1.** Tres espècies pròpies de la zona sud est de Senegal  
*Eucalyptus camaldulensis* [1]  
*Combretum glutinosum* [2]  
*Vitellaria paradoxa* [3]

FONT: Roberto Martinez Orosa, Enginyer forestal per la Unicersitat de Santiago de compostela (USC).  
 Coordinador del departament de sostenibilitat agroforestal de l'Institut Jane Goodall (IJG).

#### DISTRIBUCIÓ GEOGRAFICA MUNDIAL



**Figura 3.5.1.2.** Distribució geogràfica mundial de d'eucaliptus.

FONT: [www.thecompositaehut.com](http://www.thecompositaehut.com) / Laboratorio de Sistemática de Plantas Vasculares

#### DESCRIPCIÓ GENERAL

##### **1 *Eucalyptus camaldulensis***

Els usos principals: combustible, carbó, bigues i pilars; pasta de paper, eines, construcció de vaixells, entre d'altres.

Els usos secundaris: talla vents, font de nèctar per a l'apicultura, etc.

## PROPIETATS

Densitat	680–980 kg/m <sup>3</sup> (12% d'humitat)
Taxa de pèrdua de volum en el secat	5.6% radial and 8.6% tangencial
Mòdul de ruptura	is 101–192 N/mm <sup>2</sup>
Mòdul elàstic	10,500–14,700 N/mm <sup>2</sup>
Compressió paral·lela al grà	49–72 N/mm <sup>2</sup>
Valor energètic	17,700–21,000 kJ/kg
Quantitat de pasta de paper obtinguda	44–55%
Adequat per a l'enganxat	Si
Preservació amb contacte amb el terra	Si

**Taula 3.5.5.1.** Característiques físiques del *Eucalyptus camaludensis*.

FONT: Roberto Martinez Orosa, Enginyer forestal per la Universitat de Santiago de compostela (USC). Coordinador del departament de sostenibilitat agroforestal de l'Institut Jane Goodall (IJG).

S'ha observat que els arbres fora de plantació mostren unes densitats més elevades que aquells que si en formen part. Tot i que les densitats varien amb l'edat, i una mica de manera aleatòria, però en cap cas amb la taxa de creixement.

## A TENIR EN COMPTE

És un tipus de fusta que es presta a ser tallada amb facilitat malgrat les elevades densitats que presenta, té un *duramen* extraordinàriament resistent, la seva *albca* és permeable a productes preservatius i l'oli essencial que se n'extreu és antibacterià, anti fúngic i antioxidant.

**2 Combretum glutinosum**

Usos principals: Les fulles, els brots i l'escorça d'arrels són una font de tint de color groc, groc-marronós molt valuós per a la indústria tèxtil, especialment per a teixits de cotó fins i tot de cuir; és la font de color dels teixits "Bogolan" malinesos.

S'utilitza de manera molt habitual per a al confecció d'elements constructius estructurals donat que aquesta fusta té uns nivells de duresa i resistència molt elevats.

Usos secundaris: les fulles joves són comestibles, el forratge que se'n obté s'utilitza per al ramat, tot i que el que li confereix més valor són les seves característiques medicinals: per al tractament d'infeccions urinàries, problemes respiratoris, febres, entre d'altres.

## PROPIETATS

"Taninos" aïllats de les fulles	2,3-(S)-hexahydroxydiphenoyl- D-glucose
	Punicalin
	Punicalagin
	Combreglutinin

**Taula 3.5.5.2.** Característiques físiques del *Combretum glutinosum*

FONT: Roberto Martinez Orosa, Enginyer forestal per la Universitat de Santiago de compostela (USC). Coordinador del departament de sostenibilitat agroforestal de l'Institut Jane Goodall (IJG).



**A TENIR EN COMPTE**

El cautxú que es troba a l'escorça conté àcid urònic el qual es pot processar en un gran nombre de sucres. Aquesta espècie no es troba en perill d'erosió genètica tot i que la demanda dels seus productes els darrers anys ha fet que esdevingui una de les espècies menys comunes. Gaudeix d'una resistència al foc molt bona, i el poc interès de la gent autòctona sobre ella fa que l'explotació de l'espècie a petita escala no suposo una amenaça a mig plaç.

**3 Vitellaria paradoxa**

Usos principals: Del nucli de la llavor se n'extrau un oli molt mantegós anomenat *Karité* el quan gaudeix d'uns increïbles propietats no només per a la salut i la bellesa, també per a la cuina i pastisseria.

Usos secundaris: Un dels residus obtinguts de la producció del *Karité* s'utilitza com a aïllant per a parets d'adob, portes i finestres; utilitzat també com a reblert per a petites esquerdes.

La fruita té un valor nutricional molt apreciat. Font de nèctar per les abelles, múltiples propietats medicinals, entre d'altres.

**PROPIETATS****Fusta**

Densitat	720 kg/m <sup>3</sup> (12% de humitat)
Tendeix a la ruptura	
La treballabilitat és molt dolenta	
Tendeix a fissurar-se i a trencar-se durant el procés d'asserrat.	

**Taula 3.5.5.3. Característiques físiques de la fusta de la Vitellaria paradoxa**

FONT: Roberto Martinez Orosa, Enginyer forestal per la Unicersitat de Santiago de compostela (USC). Coordinador del departament de sostenibilitat agroforestal de l'Institut Jane Goodall (IJG).

**Fruit**

Greixos	31-62 g
Proteïnes	7-9 g
Carbohidrats	31-38 g

**Taula 3.5.5.4. Característiques físiques del fruit de la Vitellaria paradoxa**

FONT: Roberto Martinez Orosa, Enginyer forestal per la Unicersitat de Santiago de compostela (USC). Coordinador del departament de sostenibilitat agroforestal de l'Institut Jane Goodall (IJG).

**A TENIR EN COMPTE**

La importància de la Vitellaria paradoxa en la zona del sud de Senegal com a font d'ingressos és dona arrel de la comercialització a occident de productes de Karité.

El monocultiu d'aquesta espècie suscita un gran interès malgrat que el procés de fructificació del *karité* és molt elevat.

### **3.5.2. CREIXEMENT / PROCÉS DE FABRICACIÓ**

L'època de floració de l'espècie és de desembre a gener a Austràlia, si ens apropem cap a Orient aquesta època s'inicia al març i de setembre a octubre.

El percentatge de germinació és molt alt i les llavors tenen una llarga viabilitat si s'emmagatzemen segellades en algun lloc sec i fred.

En el nostre cas però, igual que altres espècies de la zona, no hi ha un pla de cultiu i reproducció de les espècies; les trobem de manera salvatge sense cap tipus de patró agrícola.

Aquesta espècie pot arribar a mesurar més de 20 metres d'altura assolint uns diàmetres troncal de fins a 2 metres. Si creixen de manera aïllada acaben desenvolupament copes de tipus "globus". L'escorça, fins aproximadament a la meitat del tronc, és caduca; s'acaba desprenent en diferents plaques mes o menys llargues. D'aquesta escorça sovint se'n fan cordes, posteriorment molt útils per a la resolució d'algunes unions en la construcció i en les activitats de la vida quotidiana.

### **3.5.3. PROPIETATS**

#### **DURABILITAT NATURAL**

Les característiques de la fusta en ambients agressius, entenen com a tals ambients amb graus d'humitats molt elevats, ambients salins, ambients químics, entre d'altres, i si es dona el cas en que l'element de fusta està disposat a l'exterior amb una exposició solar elevada, se'n ressenteixen si es que no s'ha aplicat sobre el material algun tipus de tractament de protecció preventiu.

En el cas que ens ocupa és important utilitzar fustes denses, amb un grau de resistència elevat donat que la tecnologia constructiva utilitzada sovint no protegeix de manera òptima alguns elements constructius, com passa en el cas de les bigues de fusta localitzades a coberta.

A més, un dels condicionants que ens marcarà el protocol d'actuació i la decisió de treballar amb una espècie o una altra, és la presència de termites.

#### **AÏLLAMENT TÈRMIC**

Aquest dependrà d'alguns factors físics, entre ells la densitat de l'espècie, com més densa sigui millor serà l'aïllament tèrmic que confereixi a l'estança.

De manera general, però, la fusta és un material mot aïllant, inclòs els seus derivats (suro, etc)

En el cas que ens ocupa la fusta no es processa per obtenir productes d'acabat d'aplicació en tancaments; el seu us queda limitat a l'estructura de coberta, principalment, així doncs, no és una característica rellevant a tenir en compte pel projecte.

#### **AÏLLAMENT ACÚSTIC**

Contribueix a un bon aïllament acústic com a material, però en els casos en que s'utilitza com a un element més d'un sistema constructiu heterogeni, per conjunt de resistències a la transmissió del so que ofereix cada material del sistema, funciona millor.

### **RESISTÈNCIA AL FOC**

Sense tractament previ específic per a millorar les prestacions contra el foc, la fusta, com a material orgànic, és molt vulnerable al foc.

Tot i que a la zona trobem espècies molt rudes i resistents, mai no serà un material que pugui treballar amb seguretat davant d'una situació incendi.

### **VULNERABILITAT A L'AIGUA**

El comportament és similar al cas anterior, com a material orgànic però el seu comportament front l'aigua no és òptim, el contacte prolongat amb aigua i humitat comporta l'inici del procés de pudrició de la fusta, propiciant l'aparició de microorganismes, com per exemple fongs.

És convenient doncs protegir la fusta de l'aigua, o bé amb un tractament previ que permeti millorar les seves prestacions en aquest àmbit o bé aconseguint una bona protecció física de l'element en el moment de la posta en obra.

En el cas que ens ocupa es fa necessària una bona execució del material d'acabat exterior de coberta per reduir, si no eliminar, les infiltracions d'aigua a través d'aquest.

### **POSSIBILITAT D'AUTOCONSTRUCCIÓ**

Espècies amb una densitat relativament baixa poden ser fàcils de processar, tot i que el procés de confecció de les bigues no es fàcil en cap cas.

L'ús de la fusta com a material i element constructiu es relativament intuïtiu i la realització de les unions es pot aconseguir d'una manera relativament fàcil; ara bé, estem parlant d'elements estructurals i es vital l'execució correcta i acurada d'aquests elements perquè poden comportar a posteriori accidents de despreniments o esfondraments, en els pitjors dels casos en moments quan l'estança estigui sent utilitzada.

### **LIMITACIONS**

La limitació més clara en el cas que ens ocupa es la problemàtica de les termites.

És converteix en vital la necessitat de protegir el material des del moment d'acopi si no es possible realitzar un tractament anti tèrmit, ja que l'abundància de termiters a la zona i el gran nombre d'insectes que es localitzen han causat greus d'anys en les edificacions properes.

A més, cal tenir en compte, que l'explotació d'aquest recurs ha estat limitat des dels òrgans de govern donat l'excés de tal·les que es realitzaven comportant un procés de desforestació, amb el temps, cada vegada més alarmant.

### **3.5.4. USOS EN LA CONSTRUCCIÓ**

#### **ELEMENTS ESTRUCTURALS**

Bigues  
Pilars  
Llistons  
Dintells  
Sòcols

#### **ELEMENTS ORNAMENTALS**

Motllures  
Marcs  
Plafons d'acabat

### 3.5.5. IMPACTE AMBIENTAL

S'han realitzat diferents estudis (*Estudis silviculturals* conduïts en la Costa Peruana; etc) que descriuen aquesta espècie com a potencial per posar en marxa programes de reforestació en boscos en condicions climàtiques del tipus *Baix tropical*, amb deficiències d'humitat en el sòl.

La capacitat que té l'*Eucalyptus* de produir troncs de grans dimensions i de forma satisfactòria malgrat les condicions relativament rigoroses fa que adquireixi una importància especialment rellevant en les comunitats rurals.

### 3.5.6. RENDIMENTS I PERSPECTIVES

En zones climàtiques semblants a la d'aplicació del projecte: regions temperades, càlides i tropicals monsoniques, en tot al món, s'ha observat un augment considerable de l'ús de l'*Eucalyptus*.

Això és degut a la capacitat que presenten algunes de les espècies respecte a la producció de fusta amb rapidesa, rotacions relativament molt curtes, perfecte per aplicacions industrials així com rurals en climes que normalment castiguen més l'entorn donada la seva rigurositat per l'humitat en relació amb el creixement dels arbres, que no pas l'afavoreixen en aquest tipus de tasques.

Així doncs, una gran quantitat de personalitats han vist en aquesta espècie l'oportunitat de crear una ocupació i mantenir activa una activitat que afavoreix l'economia i, entre d'altres, les tasques constructives.

Una de les causes que fa que sigui favorable són els mètodes silvícoles\* que s'utilitzen i l'absència d'insectes fitòfags\* tant característics en l'hàbitat propi de l'*Eucalyptus*

Existeix una creixent demanada de polpa, paper, productes fibrosos derivats de la fusta, entre d'altres i en conseqüència a aquesta demanda s'han començat a fer grans plans de plantació; tot i que no es correspon amb el cas que ens ocupa.

## 4 LLISTAT DE FIGURES

Figura 3.1.1.1 Localització mundial de l'adob. ....	4
Figura 3.1.1.2. Prova d'estratificació del sòl.....	5
Figura 3.1.1.3 Esquematització dels blocs de prova .....	5
Figura 3.1.3.1. Activitat sísmica mundial.....	7
Figura 3.3.1.1. Distribució geogràfica mundial del cultiu d'arròs.....	17
Figura 3.4.1.1. Distribució dels cultius majoritaris a l'Àfrica .....	20
Figura 3.4.1.2. Distribució geogràfica mundial de la palmera Africana .....	20
Figura 3.4.2.1. Palmera Africana .....	21
Figura 3.4.2.2. Esquema de la fulla d'una palmera africana.....	21
Figura 3.4.4.1. Esquema de l'aprofitament de les diferents parts de la palmera africana en la construcció .....	22
Figura 3.5.1.1. Tres espècies pròpies de la zona sud est de Senegal.....	25
Figura 3.5.1.2. Distribució geogràfica mundial de d'eucaliptus. ....	25

## 5 LLISTAT DE TAULES

Taula 3.1.3.1. Coeficient de conductivitat tèrmica de l'obra de fàbrica d'adob, maó i formigó. ....	6
Taula 3.1.5.1. Consum d'energia en la fabricació d'obra de fabrica. ....	9
Taula 3.2.1.1. Classificació de les roques segons el seu origen .....	12
Taula 3.2.3.1. Principals característiques des del punt de vista físic d'un important nombre de pedres classificades segons el seu origen. ....	14
Taula 3.4.6.1. Taula de rendiments de les principals espècies autòctones en quant al cultiu d'oli. ....	23
Taula 3.4.6.2. Dades generals de la palma productora d'oli en quant a fruits.....	23
Taula 3.5.5.1. Característiques físiques del Eucalyptus camaludensis. ....	26
Taula 3.5.5.2. Característiques físiques del Combretum gluinosum .....	26
Taula 3.5.5.3. Característiques físiques de la fusta de la Vitellaria paradoxa .....	27
Taula 3.5.5.4. Característiques físiques del fruit de la Vitellaria paradoxa .....	27

## 7 BIBLIOGRAFIA

### ADOB

#### **Sitio Solar, portal d'energies renovables**

<http://www.sitiosolar.com/la-construccion-con-tierra-cruda-el-adobe-y-la-tapia/>

**[pdf on-line] Document publicat pel *Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional: Rendimiento y coste energético en la construcción de cerramientos de fábrica de adobe y bloque de tierra comprimida*, per Luis Maldonado Ramos, Francisco Castilla Pascual i Fernando Vela Cossío**

[http://anfagal.org/media/Biblioteca\\_Digital/Construccion/Block\\_de\\_Tierra\\_Comprimida\\_\(BTC\)/CIAT\\_ADOBE\\_2009.pdf](http://anfagal.org/media/Biblioteca_Digital/Construccion/Block_de_Tierra_Comprimida_(BTC)/CIAT_ADOBE_2009.pdf)

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/669/751>

**[pdf on-line] Editorial de Construcción Arquitectónica, Escuela de Arquitectura de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria**

<http://editorial.cda.ulpgc.es/ftp/icaro/Anexos/2-%20CALOR/4-Construccion/C.6.4%20Conductividad%20t%E9rmica%20y%20densidad.PDF>

**[http://]Low.tech Magazine, *Construir con tierra (2): Eficiencia energética***

<http://www.es.lowtechmagazine.com/2011/08/construir-con-tierra2-eficiencia-energetica.html>

**[pdf on-line] Instituto Tecnológico de la Construcción (ITC), *Adobe, características y sus principales usos en la construcción*, por diego de la Peña estrada, 11/12/1997, Mèxic D.F.**

[http://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/De\\_la\\_Pena\\_Estrada\\_Diego\\_44659.pdf](http://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/De_la_Pena_Estrada_Diego_44659.pdf)

### PEDRA NATURAL

**[Llibre] Andrea Deplazes(2005). Birkhäuser *Constructing architecture- materials processes structures, a handbook*. Ed. Birkhauser, ISBN-10: 3-7643-71897**

**[Llibre] H.Auch-Schwelk, F.Rosenkranz (2005) *Construction- Materials- Manual.*, Ed.Birkhäuser, Edition Detail, ISBN-10: 3-7643-7570-1**

**[Llibre] Hegger Drexler Zeumer (2006) *Basics Materials.*,Ed. Birkhauser, 1a Edició, ISBN-13: 3764376856**

**[Llibre] Ignacio Paricio (2009) La *construcción de l'Arquitectura 1.Les Tècniques.*, Ed. Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITeC) 4ª edició, ISBN-10: 8478531440**

**[Revista] Tectónica 27, *Secció Materials: Piedra, Sistemas de construcción en piedra*, Praxis Detail: Piedra Natural 2002**

**[Revista on-line] Revista de la Construcció vol.11 num 2, Santiago, agost2012, ISSN: 0718-915X *Gestión Ambiental de Los Residuos de la Piedra Natural* (caso de Mármol)**

**[pdf on-line] Jornadas Técnicas de Ciencias Ambientales, per Andres Molina Franco, Consultores de Rocas Ornamentales**

<http://www.rediris.es/it/>

[[http://](http://www.construmatica.com/construpedia/La_Piedra_Natural_en_Construcci%C3%B3n_para_el_Desarrollo)] **Construmática, Arquitectura, ingeniería y construcción.**

[http://www.construmatica.com/construpedia/La\\_Piedra\\_Natural\\_en\\_Construcci%C3%B3n\\_para\\_el\\_Desarrollo](http://www.construmatica.com/construpedia/La_Piedra_Natural_en_Construcci%C3%B3n_para_el_Desarrollo)

[http://www.construmatica.com/construpedia/La\\_Piedra\\_Natural\\_en\\_Construcci%C3%B3n\\_para\\_el\\_Desarrollo](http://www.construmatica.com/construpedia/La_Piedra_Natural_en_Construcci%C3%B3n_para_el_Desarrollo)

[[http://](http://www.metroclean.es/piedras-naturales.htm)] **METROclean, Especialistas en limpieza y restauración**

<http://www.metroclean.es/piedras-naturales.htm>

## PALLA D'ARRÒS

[Revista on-line] Tectonicablog. Arquitectura, tecnología i construcció, *The Tatchers' Craft*, 20 març 2013, Editat per Nuria Prieto

<http://tectonicablog.com/?p=64602>

[Revista on-line] Tectonicablog. Arquitectura, tecnología i construcció, *Construcción con paja*, 6 abril 2013, Editat per Nuria Prieto

<http://tectonicablog.com/?p=65516>

[html] Sistema de bibliotecas SENA, Albañilería en Restauración de Edificaciones, *Centro de Industria y construcción*.

[http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/8830/preparacion\\_superficies.html](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/8830/preparacion_superficies.html)

[[http://](http://pobladocantabrodearqueso.blogspot.com.es/2012/03/cubiertas-de-paja-construcciones-sostenibles)] **Poblado Cantabro, Article del 5 març de 2012: *Cubiertas de paja...construcciones sostenibles***

<http://pobladocantabrodearqueso.blogspot.com.es/2012/03/cubiertas-de-paja-construcciones.html>

## PALMA AFRICANA

[pdf] *Manual tècnic de la palma africana*, Editat per: Technoserves, abril de 2009

[.doc word] *Cultivos industriales, La palma aceitera*, per Alaeis Spp, Editat per: Universidad Nacional Autonoma de Honduras, centro universitàrio regional del litoral atlantico, departamento de producción vegetal.

## FUSTA

[.doc word] No publicat - *Bioconstrucción I*, Per Roberto Martinez Orosa, Enginyer forestal per la Universitat de Santiago de compostela; Coordinador del departament de Sostenibilitat agroforestal.

[[http://](http://taninos.tripod.com/eucalipto.htm)] **ALINCOLSA, productos agroindustriales**

<http://taninos.tripod.com/eucalipto.htm>

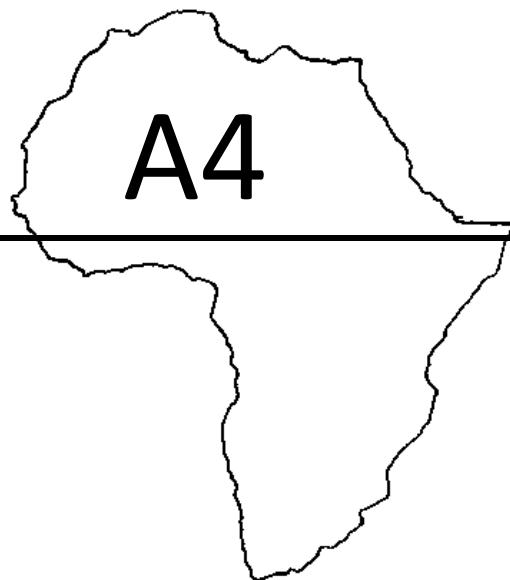
[[http://](http://www.fao.org/docrep/l1900s/l1900s09.htm)] **FAO, Food and Agriculture Organization**, Doc num:1900: *Los habitos reproductivos del Eucalyptus*

<http://www.fao.org/docrep/l1900s/l1900s09.htm>





NOUS MATERIALS





## ANNEX 4

## ÍNDEX

ANNEX 4 .....	1
ÍNDEX.....	1
1 OBJECTIU .....	3
2 METODOLOGIA.....	3
3 MATERIALS SENSE TRADICIÓ CONSTRUCTIVA.....	4
3.1 BAMBÚ - <i>Abyssinica Oxytenanthera</i> (Bindura bambú).....	4
3.2.CIMENT .....	9
3.3 ZINC.....	15
4 LLISTAT DE FIGURES.....	21
5 LLISTAT DE TAULES .....	21
7 BIBLIOGRAFIA .....	21



## MATERIALS SENSE TRADICIÓ CONSTRUCTIVA

---

### 1 OBJECTIU

L'Objectiu d'aquest annex és presentar una radiografia de tots els materials que no tenen una tradició constructiva a País Bassari, bé siguin materials que s'estan començant a utilitzar en les construccions actuals, encara que no es domini la tècnica, o bé siguin materials que s'utilitzen de manera molt puntual i escassa per desconeixement tècnic i que podrien arribar a esdevenir materials principals en les construccions donat les seves característiques mecàniques o bé les prestacions que ofereixen.

### 2 METODOLOGIA

En primer lloc s'han llistat els materials que s'estan introduint en les noves construccions en la zona d'aplicació del projecte, i aquells que poden tenir una bona acollida i fer-se un lloc en construccions posteriors:

Bambú – *murs d'adob armat*  
Ciment – *i derivats (bloc, morters, etc.)*  
Zinc – *cobertes*

En acabat, s'han treballat cadascun dels materials als següents nivells:

#### Introducció

- Distribució geogràfica
- Descripció general

#### Creixement i desenvolupament/procés de fabricació

#### Propietats

- Propietats físiques i mecàniques (en els casos que corresponguin)
- Aïllament Tèrmic
- Aïllament acústic
- Vulnerabilitat a l'aigua
- Possibilitat d'autoconstrucció
- Sismes
- Limitacions

#### Usos en la construcció

#### Perspectives

### 3 MATERIALS SENSE TRADICIÓ CONSTRUCTIVA

#### 3.1 BAMBÚ - *Abyssinica Oxytenanthera* (Bindura bambú)

---

##### 3.1.1. INTRODUCCIÓ

La *Oxytenanthera Abyssinica* la que trobem en terres senegaleses. Es coneix vulgarment com a *Shimel* o *Bindura bambú*; creix en zones amb altituds màximes de 1.800 metres, tot i que es estrany trobar-la en altituds inferiors a 500 metres.

Creix als boscos de la sabana, als camps arbrats semi àrids i fins i tot entre arbusts; resisteix bé a la sequera. Després de grans períodes de creixement vegetatiu té lloc una floració, sovint de manera sincronitzada a través d'àrees extenses.

##### DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA

Es localitza principalment a Etiòpia, però la seva distribució pel continent africà és la següent: des de Senegal fins Etiòpia, sud d'Angola, Moçambic i el nord de Sud-àfrica.

Etiòpia: 850.000 hectàrees  
Tanzània: >44.000 hectàrees

Malawi: >10.000 hectàrees  
Senegal: >20.000 hectàrees

Tot i que actualment no hi ha comerç d'explotació de *Oxytenanthera abyssinica* i s'utilitza sobretot en les proximitats del lloc on creix com a recurs autòcton per a diferents usos.

##### DESCRIPCIÓ GENERAL



És una planta perenne i es caracteritza per ser llenyosa. Creix en agrupacions de canyes que a vegades es distribueixen en forma de zig-zag en el terreny.

Aquesta espècie assoleix una altura de canya màxima de 10 metres, dels quals gairebé 9 són robustos i massissos.

El diàmetre de les canyes oscil·la entre els 5 i 8 centímetres, i tenen molts nodes al llarg d'elles. Les fulles creixen de manera aleatòria.

Aquesta espècie es bastant variable en quant a mida i nombre de fol·licles fèrtils i gruix de les parets de les canyes.

**Figura 3.1.1.1.** Medició del diàmetre d'una canya de bambú africà

FONT:[pdf] *Bamboo as an alternative source of energy*; Kitil Farm HQ, Isinya, Kajidando district (Kenya).

##### 3.1.2. CREIXEMENT I DESENVOLUPAMENT / PROCÉS DE FABRICACIÓ



Un brot pot arribar fins a 1 metre d'altura; aquest creix el primer any a partir d'un rizoma. De la tercera temporada en endavant, es poden produir diversos brots anualment.

Aproximadament penetren 30 centímetres en 3 anys, assolint 1,2 centímetres de diàmetre i entre 1,8 i 3 metres d'altura en els primers anys de germinació.

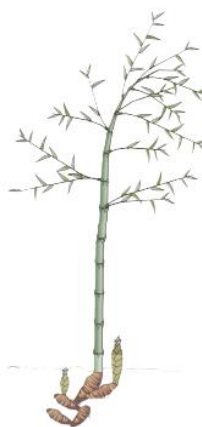
**Figura 3.1.2.1.** Canyes de bambú de creixement salvatge.

Oussouye, Regió de Ziguinchor, baixa Cassamance, Senegal.

FONT: pròpia

És en l'època de pluges que trenquen els nous talls a través de la superfície del terra. El creixement extensiu agafa un ritme menys accelerat al voltant de la tercera i la quarta setmana, i para entre el segon i el quart mes.

Les branques es desenvolupen a partir dels nodes superiors al voltant de la cinquena setmana, aproximadament, del creixement actiu del tall. I el fullatge es desenvolupa principalment durant la època de sequera.



Als tres anys des de la germinació la canya assoleix el seu punt àlgid, i a partir d'aquest moment pot sobreviure durant 8 anys, però son massa madures i deixen de ser adequades per a la collita a partir dels 6 anys en endavant, de manera que s'aprofiten per a altres utilitats.

Les mates de bambú en que s'agrupen les canyes poden arribar a assolir fins a 1 metre de diàmetre, contenint de 20 a 100 canyes. Al voltant d'aquests grups van apareixent nous brots.

**Figura 3.1.2.2.** Il·lustració d'una canya de bambú.

FONT: [pdf] *Bamboo Construction source book*; per *hunnarshala foundation, Asian coalition for housing rights, CAN (community Architects Network)*.

### 3.1.3. PROPIETATS

#### DURABILITAT NATURAL

L'INBAR és una organització intergovernamental que es dedica a millorar les condicions de vida dels productors i usuaris del bambú i el *rattan* en el context d'un entorn natural sostenible. Es per això ha impulsat i dirigit molts estudis sobre ambdós recursos. Un d'ells (*Designing and building with bambú*) ofereix una guia aproximada sobre la vida útil del bambú sense tractar:

ANYS	CONDICIONS
1-3	Al aire lliure i en contacte amb el terra
4-6	Sota coberta i sense contacte amb el terra
10-15	Bones condicions d'emmagatzematge i us

**Taula 3.1.3.1.** Durabilitat estimada de les canyes de bambú sense tractament  
En funció de les condicions de la construcció.

FONT: [pdf] *Designing and Building with Bamboo*, Jules J.A. Janseen, Technical University of Eindhoven, The Netherlands, Technical Report num 20 pag. 52, INBAR (© International Network for Bamboo and Rattan 2000), Editor: Arun Kumar.

ELABORACIÓ: pròpia

## **PLAGUES**

Com hem vist, el bambú creix a partir d'un *rizoma* (un tall subterrani). La part que es desenvolupa fora de la terra es coneix com a canya; així que podríem considerar el bambú com una herba, però l'estructura de la canya té moltes similituds amb la fusta, i de fet, comparteixen moltes característiques alhora que problemàtiques.

De la mateixa manera que la fusta, el bambú té un alt contingut en cel·lulosa i sucres, la font d'aliment principal del tèrmit; tot i que altres materials també es poden veure afectats pel seu atac.

Aquest fet ha estat contrastat per organitzacions d'importància com ho és l'INBAR (*Xarxa Internacional del Bambú i el Rattan*) que treballen constantment per litigar la problemàtica, especialment greu, ja que s'han viscut casos en que els tèrmits s'han menjat íntegrament una caixa de cartró en una nit.

Per tant, es precisa de tractament per poder-lo utilitzar com a material constructiu, ja que la vida natural del bambú és molt curta en comparació a altres materials, la presència de tèrmits i l'alt nivell d'humitat a l'ambient donat el clima en que ens trobem faciliten l'escurçament d'aquesta vida útil natural.

## **AÏLLAMENT TÈRMIC**

El bambú com a material constructiu s'utilitza en forma de canyes com a element estructural (pilars, bigues, jàsseres, etc) elements als quals no se'ls demana un comportament òptim en termes d'aïllament tèrmic; com a element no estructural, el bambú s'utilitza en forma d'estors, en parets divisòries i també com a element d'acabat en parets i terres; es en aquests casos que té sentit valorar el bambú des del punt de vista de l'aïllament tèrmic

Té una conductivitat tèrmica de 0.004 Kcal/mh°C.

$$1 \text{ Kcal/mhr}^\circ\text{C} = 1.163 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

## **AÏLLAMENT ACÚSTIC**

Es molt difícil aconseguir un mur confeccionat amb bambú (*kretting*) totalment estanc, de manera que la ventilació creuada es un concepte inherent als murs fets amb aquest material.

Com aïllament acústic té bones prestacions ja que el contingut de cel·lulosa és elevat, però aquesta característica es té en compte quan s'utilitza com a material d'acabat en forma d'estors.

## **RESISTÈNCIA AL FOC**

L'elevat contingut de cel·lulosa confereix al bambú una alta capacitat de prendre, és per això que es necessari aplicar-hi algun tipus de tractament ignífug.

## **VULNERABILITAT A L'AIGUA**

És vulnerable a l'aigua, és per això que es necessari aplicar-hi algun tipus de tractament hidròfug. N'hi ha de tot tipus, més convencionals com podria ser l'aplicació d'oli cremat als extrems en contacte amb el terreny, o tractaments químics.



### **POSSIBILITAT D'AUTOCONSTRUCCIÓ**

Les tècniques constructives no són complexes però es de vital importància realitzar una bona posta en obra, ja que l'execució de les unions ha de ser molt acurada i s'han de tenir moltes consideracions. És per tant necessària mà d'obra especialitzada a l'hora d'executar obres on el bambú té un caràcter principal.

### **SISMES**

Té un bon comportament davant d'activitats sísmiques. És un material amb una resistència mecànica a flexió molt elevada; aquesta característica ens permet concebre estructures amb un grau de moviment elevat sempre retornant a la posició estructural inicial evitant desprendiments i enderrocs.

### **LIMITACIONS**

En funció de l'espècie de bambú existeixen limitacions en les mides de les canyes, donat que totes no tenen la mateixa resistència ni els mateixos gruixos, així doncs, les llums estan condicionades al tipus de bambú.

### **3.1.4. USOS EN LA CONSTRUCCIÓ**

#### **CANYES**

S'aprofiten per a diferents usos; entre els més habituals trobem la construcció de paraments, marcs de portes i finestres i cobertes, tanques, mobles i nanses. També s'utilitzen per a fer estaques i enreixats, mànecs d'eines i diferent utilatge domèstic.

En funció de l'espècie i de les característiques físiques d'aquestes també es poden confeccionar elements estructurals.

#### **TALLS**

Cada vegada de manera més freqüent, els talls secs s'utilitzen com a combustible, i al mateix temps tenen cert potencial com a matèria prima per a la fabricació de paper.

Les fibres d'aquests s'aprofiten per a la confecció de cistells i bosses.

#### **ALTRES**

La sabia és perfecta per a l'elaboració del vi de Tanzània i Malawi, les llavors i els brots joves són comestibles, i els rizomes tenen diverses aplicacions medicinals, com per exemple com a tractament de malalties de la dermis, còlics, reumatismes i diabetis.



*Figura 3.2.4.1. Biga confeccionada amb canyes de bambú*

*FONT: pròpia*

### 3.1.5. IMPACTE AMBIENTAL

L'impacte ambiental que té el bambú és molt reduït ja que és una de les plantes que amb més rapidesa creix a nivell global, per tant la regeneració dels recursos de bambú és molt ràpida i sostenible. A més, és un material que respon molt bé a la *captura* de CO<sub>2</sub>. L'INBAR (*International Network for Bamboo and Rattan*) a realitzat estudis al respecte i s'ha pogut determinar que el bambú ho aconsegueix amb molts millors resultats en comparació a altres arbres de creixement ràpid.

Aconseguiu doncs, reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle de manera indirecta. A més, el bambú es cultiva de manera selectiva i això proporciona biomassa de fusta que alleugereix la pressió sobre altres recursos forestals i contribueix a evitar la desforestació de boscos.

### 3.1.6. RENDIMENT I PERSPECTIVES

És un material amb una clara projecció cap a al sostenibilitat, donada la seva ràpida regeneració si es respecten els seus temps.

En contrapartida, no hi ha clares expectatives de propagació de l'espècie; tot i que en les plantacions existents es treballa per a millorar la qualitat del producte i també es treballa en la rehabilitació de terres.

No obstant, s'ha descuidat aquesta espècie en el sector forestal i agrícola fins de l'INBAR (*Xarxa Internacional del Bambú i el Rattan*) l'ha inclòs entre les 38 espècies prioritàries d'importància econòmica.

## 3.2.CIMENT

### 3.2.1. INTRODUCCIÓ

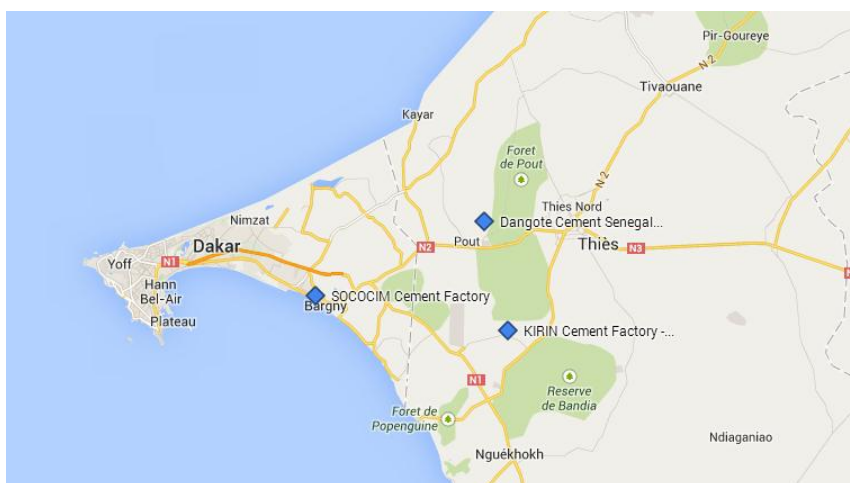
El ciment no és un material que trobem en la tradició constructiva de País Bassari ni de cap altra regió de Senegal, no obstant, actualment és un dels països més desenvolupats de l'Àfrica sub-sahariana per darrere possiblement de Sud-àfrica i pocs països més.

És per això que s'ha consolidat amb el temps una gran tradició de comerç d'importació - exportació, així com indústria, fabricació, etc.

En el panorama industrial de Senegal trobem fàcilment indústries de ciment, metal·lúrgiques, fàbriques de pintura, entre d'altres.

Tot i que País Bassari està en una regió remota Dakar és la capital no únicament de Senegal sinó d'Àfrica de l'oest i central, convertint-se en un dels punts d'entrada de mercaderies més important del continent.

### PLANTES DE FORMIGÓ A SENEGAL



**Figura 3.2.1.1.** Localització de les plantes de ciment senegaleses: Sococim, Dangote Cement Senegal, KIRIN cement Factory.

FONT: [www.google.com](http://www.google.com)

ELABORACIÓ: pròpia

#### **SOCOCIM**

El grup compta amb dues canteres ubicades en la part occidental de Senegal (Dakar i Thiés).

Un va ser adquirit al 2001 (Sodevit) i l'altre al 2004 (Gécamines).

Els productes agregats triturats s'utilitzen en les onze regions del país i també a Gambia.

#### **DANGOTE CEMENT SENEGAL SA**

Dangote és una empresa completament integrada de ciment que abasteix projectes i operacions a Nigèria i altres 14 països africans entre els quals es troba Senegal.

Actualment, la planta de ciment de Senegal produeix a l'any 1,5 milions de tones de ciment.

#### **CIMENTS DÚ SÁHEL**

Kirin Cement Factory

Amb seu a Rufisque, Senegal, opera com a filiar del grup Groupe Fauzie Layousse SA.

DESCRIPCIÓ GENERAL

De forma general els *conglomerants hidràulics* són aquells productes que amassats amb l'aigua farguen i endureixen, tant exposats a l'aire com submergits a l'aigua.

Els més importants d'aquest grup de conglomerants són els *ciments*.

El ciment s'obté de la barreja d'argiles i calisses, és a dir, s'obté de la barreja de roques sedimentàries (*veure Annex 3\_ Materials amb tradició constructiva*).

ALITA	BELITA	CELITA	BRAUNMILLERITA
-------	--------	--------	----------------

L'Alita i la Bel·lita són els compostos essencials i útils del ciment, ja que són els que s'encarreguen de regular la major part de les característiques d'aquest, contribueixen al desenvolupament de la seva resistència mecànica.

La celita, per altra banda, és el component més actiu en la generació de calor. Un excés d'aquesta pot produir canvis de volum i per tant, formar esquerdes.

Per últim, la braunmillerita el que compost de menys calor d'hydratació.

**3.2.2. CREIXEMENT I DESENVOLUPAMENT / PROCÉS DE FABRICACIÓ**

- **PROCÉS D'OBTENCIÓ DEL CIMENT EN POLS**

- A. Trituració de l'argila i la calissa
- B. Forn a 1500°C fins a la sinterització ( part dels materials es troben en estat líquid)
- C. Clíner
- D. Moltura
- E. Adició de guix com a regulador del temps de fraguat

- **PROCÉS D'HIDRATACIÓ DEL CIMENT**

La pols de ciment obtinguda reacciona amb l'aigua, esdevé, aleshores, una reacció exotèrmica; durant les dues primeres hores s'obté un material plàstic fàcilment emmotllable, a mida que transcorre el temps el ciment va augmentant la temperatura, s'evapora l'aigua de pastat i comença a retraure's (contra l'expansió del guix).

- **PRESA DE LA PASTA DE CIMENT / AIGUA**

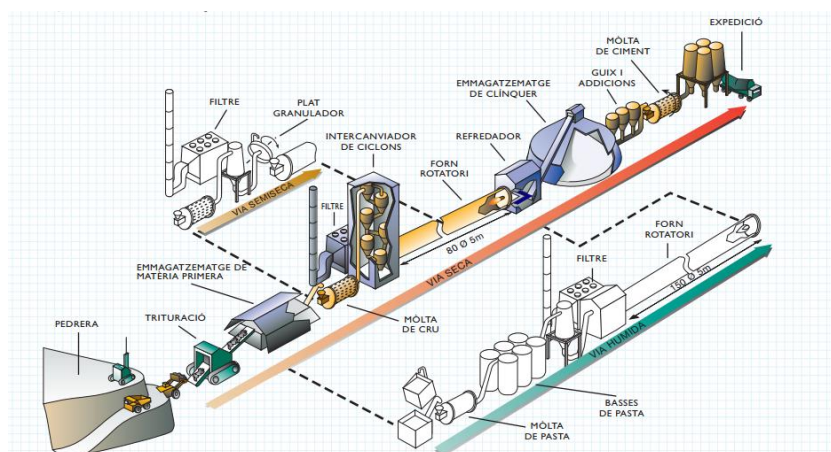
Entre les 12 i 14 hores següents, en funció dels components.

Passat aquest temps el ciment a adquirit una certa rigidesa, però no la seva rigidesa màxima. És als 7 dies que adquireix el 75% de la resistència final. Als 28 dies la seva resistència màxima.

Amb els anys continua incrementant de manera molt paulatina.

**Figura 3.2.2.1.** Procés de fabricació del ciment

FONT: [www.gencat.cat](http://www.gencat.cat)



### 3.2.3. PROPIETATS

#### CARACTERÍSTIQUES FÍSiques I MECÀNIQUES

##### FRAGUAT (Velocitat de fraguat)

Procés continu que s'inicia en el moment d'amassar el ciment i es perllonga per l'enduriment sense solució de continuïtat.

Importància de la temperatura en el temps de fraguat.

A més temperatura, l'inici del fraguat comença abans.

**A 30°C no ha de començar el fraguat abans d'1 hora**

Segons RC-97:

##### Resistència del ciment molt alta

- inici del fraguat > **45 minuts.**
- final del fraguat <12 hores

##### Resistència del ciment alta, mitja, baixa

- inici del fraguat > **60 minuts.**
- final del fraguat < 12 hores.

##### EXPANSIÓ

Risc d'augment del volum d'un ciment, de forma tardana, degut a la hidratació de diversos òxids. Segons **RC-97** l'expansió de qualsevol tipus de ciment no pot ser superior a 10 mm.

##### FINURA DE MOLTA

Influeix, durant el fraguat i el primer enduriment, de forma decisiva, en la velocitat de les reaccions químiques.

##### RESISTÈNCIA MECÀNICA

Resistència d'un morter normalitzat amb:

Relació d'aigua ciment a/c 0.5.

Provetes 4 x 4x 16 cm<sup>3</sup>.

Es trenquen a 2, 7 i 28 dies:

- 2 dies : **170 Kg/cm<sup>2</sup>**
- 7 dies : **225 Kg/cm<sup>2</sup>**
- 28 dies: **265 Kg/cm<sup>2</sup>**

##### **DURABILITAT NATURAL**

Entenent com a durabilitat l'habilitat que té el ciment per resistir les accions del medi ambient, atacs físics, químics i altres processos de deteriori al llarg de la seva vida útil, per al qual va ser projectat amb el mínim manteniment, és precís i necessari realitzar un estudi en la fase de projecte per analitzar les càrregues que haurà de suportar, l'ambient al qual estarà exposat per poder preveure i actuar en conseqüència dels atacs externs que podrà rebre (erosions, accions de l'ambient, atacs químics, etc)

La durabilitat, per tant, no és dóna com a tal en el ciment, ja que és un producte que no trobem en sí a la natura, és fruit d'un procés de fabricació, i depèn de moltes variables que caldrà estudiar.

Els principals processos de deteriori són els següents:

- Fissures, esquerdes i altres defectes
- Atacs químics
- Atacs físics
- Corrosió d'armadures i altres metalls que estiguin submergits en la massa de ciment
- Reacció àlcali d'agregats
- Procediments interns de deteriori

### **AÏLLAMENT TÈRMIC**

El morter de ciment té una *conductivitat tèrmica* d'1,4 W/m °K .

Si el comparem amb altres materials com l'adob, per exemple, que té una conductivitat tèrmica de 0.25 W/m °K, comprovem que el ciment no ofereix gaire resistència a la transmissió de calor de manera que no el podríem considerar un bon aïllant tèrmic en gruixos petits.

En sí, és un material dens, 2.000 Kg/m<sup>3</sup>, així que en construccions muràries d'un gruix important, per massa, el valor d'aïllament tèrmic millora.

### **AÏLLAMENT ACÚSTIC**

Com aïllant acústic té un comportament molt bo i presenta grans avantatges respecte d'altres materials, degut a la seva gran massa tèrmica, amb densitats al voltant dels 2.00 Kg/m<sup>3</sup>; pot arribar a oferir-nos índex de reducció que superen els \*Rw=50.

Ara bé, l'absorció és una propietat absent en el ciment ja que és extremadament eficient en la reflexió del so, amb un coeficient d'absorció que no arriba al 3%.

### **RESISTÈNCIA AL FOC**

El ciment és un material *refractari\** (propietat que tenen alguns materials d'aguantar altes temperatures sense descomposar-se).

La seva resistència al foc és elevada.

*\*Són materials que han de mantenir la seva resistència i estructura a temperatures elevades, resistint al mateix temps als xocs tèrmics, han de ser químicament inerts i tenir una conductivitat tèrmica i un coeficient de dilatació baix.*

*En zonas continuamente expuestas a elevadas temperaturas se recomienda el uso de morteros aislantes o refractarios. Para ello son útiles los áridos expandidos, por su baja conductividad térmica y el empleo de aireantes. También el uso de arenas calizas aumenta el poder aislante, sobre todo hasta los 500 °C, porque el calor absorbido por el recubrimiento se emplea en descomponer el carbonato cálcico. No obstante, en estos casos se produce un decremento de las propiedades resistentes.*

**FONT:**[\[http://\]Construpedia](http://Construpedia)

[http://www.construmatica.com/construpedia/Caracter%C3%ADsticas\\_de\\_los\\_Morteros](http://www.construmatica.com/construpedia/Caracter%C3%ADsticas_de_los_Morteros)

### **VULNERABILITAT A L'AIGUA**

En sí, el ciment és un material amb un grau d'impermeabilitat acceptable, convertint-se en una bona solució per a usos exteriors, no obstant, existeixen tipus de ciment, els quals s'han millorat en el seu procés de fabricació que tenen un grau d'impermeabilitat més i els fa idonis per a situacions més agressives com per exemple:

Exposició a sulfats

Exposició a ambients salins

Contacte directe amb aigua de mar

Entre d'altres.

### POSSIBILITAT D'AUTOCONSTRUCCIÓ

Tot i que el procés de col·locació a l'obra no és complicat cal tenir en compte moltes especificacions i cal tenir moltes consideracions per a que aquesta col·locació sigui la correcta i no estiguem reduint sense adonar-nos les prestacions de durabilitat.

Per exemple, en l'execució de les obres de fàbrica, els blocs al ser elements porosos quan entren en contacte amb l'aigua tendeixen a absorbir-la; el morter de ciment s'utilitza com a conglomerant en aquest tipus de construccions i al estar directament en contacte amb els blocs, si aquests no han estat hidratats prèviament absorbeixen l'aigua del morter modificant la seva relació d'aigua – ciment (a/c) i en conseqüència modificant les seves característiques.

Així doncs, és fa imprescindible, per a realitzar una construcció correcta i minimitzar patologies posteriors, ser coneixedors de totes les consideracions al respecte d'aquesta matèria.

### SISMES

-

### LIMITACIONS

-

### 3.2.4. USOS EN LA CONSTRUCCIÓ

El ciment és un dels materials més utilitzats en la construcció com a conglomerant, com ha acabat, ja que la resistència que ofereix a l'aigua és major que el morter de calç, però sofreix més retracció, i elements d'obra de fàbrica.

Els usos més habituals en la construcció són, doncs, els següents:

- Blocs d'obra de fàbrica
- Com a revestiment de parets en forma de morter
- Com a element conglomerant en les obres de fàbrica.



**Figura 3.2.4.1.** Blocs de ciment.

FONT: pròpia

### 3.2.5. IMPACTE AMBIENTAL

L'impacte ambiental més elevat el detectem en el moment d'extracció de matèria prima i tota la infraestructura necessària per a la realització d'aquesta tasca.

Si analitzem l'impacte ambiental de les plantes de ciment en el procés de fabricació d'aquest podem concloure aspectes positius i negatius, els efectes negatius, però, són molt negatius i cal regular-los de la manera més eficient.

Els **impactes negatius** associats a les plantes de ciment tenen lloc en els següents punts del procés:

- Manejament i emmagatzematge de les partícules dels materials
- Procés de molta
- Emissions durant el refredament dels alts forns i de l'escòria resultant
  - Partícules
  - Pols
  - Gasos de combustió amb elevats continguts de monòxid de carboni (CO) i diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>), hidrocarburs, cetones, òxids de sofre i nitrogen, entre d'altres)

Els **contaminants dels recursos hídrics** es troben en els vessaments de material d'alimentació del forn i durant el refredament del procés (calor residual). El líquid residual de les àrees d'emmagatzematge dels materials i d'eliminació de les deixalles pot ser una font de contaminants per les aigües superficials i freàtiques.

La pols, especialment de silici lliure, constitueix un risc molt important per a la **salut dels treballadors** en les plantes, ja que estar exposat a aquesta pols provoca silicosis.

Amb tot, molts d'aquests impactes poden quedar reduïts gairebé a zero si s'implanten les mesures corresponents i s'escull una bona localització de la planta.

Els **impactes positius** es relacionen amb el maneig de les deixalles i la tecnologia emprada ja que són molt apropiades per a la reutilització o destrucció d'una gran varietat de materials residuals, incloent, fins i tot, alguns subproductes perillosos.

### 3.2.6. RENDIMENT I PERSPECTIVES

*El mercat de ciment senegalès s'ha discutit molt durant els últims anys a causa de l'esperada entrada del tercer productor de ciment en dit mercat.*

*Senegal va experimentar una desacceleració del consum de ciment el 2012, però ha reviscut de manera impressionant des de llavors.*

*Els números preliminars el 2012 revelaven un augment excepcional en el consum de ciment, generat principalment per l'atenció prestada pels productors de ciment tradicionals del Senegal en el mercat nacional.*

*L'informe CW Research Group ofereix una anàlisi en profunditat i anàlisi de dades orientada a l'economia de mercat, la construcció i el ciment al Senegal.*

*Les previsions fins al 2017 ofereix als interessats en aquest mercat, un augment del consum de ciment a nivell nacional i també l'expansió de capacitat de ciment entaulades o en curs.*

**FONT [http://]**

<http://research.cwgrp.com/sector-reports/306092-senegal-cement-market-2013-update>



### 3.3 ZINC

#### 3.3.1. INTRODUCCIÓ

La majoria d'elements que trobem a la terra són metàl·lics, i la gran majoria d'aquests els trobem en estat sòlid i a temperatura ambient.

Per norma general tenen punts de fusió i ebullició relativament alts, majoritàriament de color gris i brillants; i tant en les fases sòlides com líquides tenen un comportament excel·lent com a conductors de la electricitat.

#### PLANTES METAL·LÚRGIQUES



*Figura 3.3.1.1. Localització de Nigèria respecte del País Bassari*

FONT: [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps)  
ELABORACIÓ: pròpia

#### DESCRIPCIÓ GENERAL

Els metalls nadius són aquells que trobem de manera lliure a la natura com per exemple l'or (Au), la plata (Ag), el coure (Cu), etc.

La resta de metalls els trobem combinats principalment amb oxigen (O), amb altres element no metalls, sobretot amb l'element clor (Cl), Carboni © i sofre (S).

Aquest marc descrit és l'estat natural estable, i quan els humans els aliem tendeixes a combinar-se per recuperar aquest equilibri.

Els metalls que es comercialitzen són els següents:

PRODUCTES METAL·LÚRGICS	Fèrrics	Ferros	Acers	No aliats
		Aliatges ferro + carboni	Foses	Aliats
				Blanca
	No fèrrics	Purs	Coure (Cu)	
			Alumini (Al)	
			Plom (Pb)	
			Estany (Sn)	
			Zinc (Zn)	
			Níquel (Ni)	
		Aliatges	Crom (Cr)	
			Llautons	
			Bronzes	
			Aliatges lleugers (a base d'alumini)	
			Aliatges ultralleugers (a base de magnesi)	
			Altres aliatges ( a base de titani i níquel)	

*Taula 3.3.1.1. Classificació dels productes metal·lúrgics*

FONT: Apunts universitaris, La Salle ELABORACIÓ: pròpia

A nivell macroscòpic són molt densos, poc porosos, isotrops\* en gairebé totes les propietats, opacs al pas de la llum, lluent un cop s'han polits i negrosos en forma de pols alhora que no són gens solubles.

A nivell atòmic tenen una baixa ocupació electrònica dels orbitals més elevats, les seves molècules monoatòmiques estan lligades fortament per una "sopa" d'electrons compartits (deslocalitzats), cristal·litzen en models de compactació espacial molt eficaços (tenen una trama espacial compacta), poden moure's saltant posicions de la trama cristal·lina i comparteixen electrons i trama espacial de manera que es dona possibilitat d'aliatges fàcilment (solucions sòlides).

## ZINC

És un metall blanc lleugerament blavós i brillant. Es trenca amb facilitat quan està fred, però és molt mal·leable i dúctil en calent (100°C – 150°C) això ens obliga a laminar-lo a partir d'aquesta temperatura.

No el podem endurir per acritud\* i presenta el fenomen de a temperatura ambient (al contrari que la majoria de metalls i aliatges) i petites càrregues.

Es el 23è element més abundant de l'escorça terrestre. I el podem trobar tant en la terra, l'aire com l'aigua sent un element indispensable per al cos humà.

Quan es troba en un ambient humit es cobreix d'una capa molt fina d'hidrocarbonat que genera com una mena de patina en la seva superfície i el protegeix contra l'oxidació.

Símbol químic	Zn
Número atòmic	30
Massa atòmica	65,37
Estructura cristal·lina	Hexagonal, dihexagonal, dipiramidal
Densitat a (25°C)	7140 Kg/m <sup>3</sup>
Temperatura de fusió	419°C (692,8°K)
Temperatura d'ebullició (760 mm Hg)	907°C (1180°K)
Duresa – Vickers N°	2 – 6 ypsum
Resistivitat elèctrica (20°C)	5,96 µ ohm cm
Conductivitat elèctrica	16,6·10 <sup>6</sup> S/m
Resistència a tracció	19 daN/mm <sup>2</sup>
Conductivitat tèrmica ( sòlid a 18°C)	116 W/mK
Configuració electrònica	[2,8,18]4s <sup>2</sup>
Isòtops	60 a 73

### *Taula 3.3.1.2. Informació tècnica del zinc*

FONT: <http://www.confemetal.es/aseral/aplicaciones.htm>

ELABORACIÓ: pròpia

## 3.3.2. CREIXEMENT I DESENVOLUPAMENT / PROCÉS D'OBTENCIÓ DEL ZINC

### 1. Extracció del zinc.

Pot realitzar-se en mines a cel obert o en jaciments profunds. L'explotació dependrà de l'entorn i del capital que es pugui invertir.

En el primer cas, els miners caven forats amb l'ajuda de trepants pneumàtics manuals, en els que es col·loquen cargues explosives.

Un cop extretes les roques es traslladen a la fàbrica de transformació, que de manera general es troba en la mateixa mina per començar les següents fases.

## 2. Separació de concentrats de zinc.

Trituració del zinc amb l'objectiu d'obtenir partícules molt fines, que se sotmetran a diferents tractaments químics en funció de la naturalesa del mineral.

L'objectiu final d'aquest procés és aconseguir separar les partícules pures de material d'altres partícules d'impureses i elements estranys.

Seguidament, els diferents concentrats que estan presents en la roca es separen per un procés de flotació. Aquest procés es basa en el fet que quan estan en suspensió les partícules minerals recobertes de productes químics s'aglutinen en forma de bombolles d'aire que són insuflades per la part posterior de la cèl·lula de flotació, per pujar a la superfície.

En la superfície es forma un dipòsit espumós que es recuperarà amb la finalitat d'aconseguir únicament les partícules del metall pur a través d'una sèrie de filtres pels quals se separarà de la resta de partícules no desitjades. Es recullen diferents concentrats de zinc.

## 3. Refinat.

És una de les fases més importants del procés d'obtenció del zinc. L'objectiu d'aquesta fase és l'obtenció del metall en brut. En la indústria metal·lúrgica el procediment més habitual és:

- Hidrometal·lúrgia ( per electròlisis – extracció per via humida)

Consisteix en l'eliminació de metalls o components de metalls a través de reaccions químiques.

- **Torrat**  
Es transforma el sulfur de zinc en òxid. S'obté diòxid de sofre que ens permetrà obtenir àcid sulfúric.  
*\*El mineral de zinc passa a anomenar-se calcina.*
- **Lixiviació**  
La calcina es tracta mitjançant una solució diluïda d'àcid sulfúric (180-190 g/l), a una temperatura de 60°C aproximadament durant entre 1 i 3 hores.  
Tot i així, encara tenim entre un 10 – 25 % de zinc insoluble, que es pot recuperar mer mitjà d'operacions complementàries.
- **Purificació**  
Ens permet eliminar els elements externs que encara persisteixen en la solució. Aquesta eliminació és realitzarà amb pols de zinc.  
Finalment es recuperaran les partícules per mitjà de diversos filtres.
- **Electròlisi**  
Un cop tenim la solució purificada es col·loca en un dipòsit d'electròlisi ( tancs de ciment revestits amb PVC ), constituïts per ànodes de plom i càtodes d'alumini. S'aconsegueix que el zinc es dipositi en el càtode des d'on se'l desenganxarà mitjançant *s' stripping* cada 24, 48 o 72 hores segons el cas.

### 3.3.3. PROPIETATS

#### **DURABILITAT NATURAL**

Una de les característiques més importants del zinc és la capacitat que té per a protegir l'acer de la corrosió. La vida i la resistència de l'acer augmenten considerablement quan està recobert de zinc.

A dia d'avui no s'ha trobat cap altre material que el protegeixi de manera tant eficient i rentable.

#### **AÏLLAMENT TÈRMIC**

El zinc és un material que té una bona conductivitat tèrmica, tenen una gran compactació, i a més, els electrons deslocalitzats poden transportar energia més enllà d'un sol àtom.

*Calor específic 390 J/(K Kg)*

Així doncs, podríem classificar-lo com un mal aïllant tèrmic, és doncs imprescindible si es vol aconseguir una temperatura confortable en una estança en que algun parament de zinc està exposat a altres temperatures durant el dia acompanyar-lo d'algun material d'alta resistència tèrmica i crear un sistema constructiu que compleixi els paràmetres de confort desitjats.

És un material fàcil d'escalfar però per poder obtenir paràmetres relatius a la seva inèrcia tèrmica cal combinar-ho amb la seva densitat (7140 Kg/m<sup>3</sup> a25°C).

### **AÏLLAMENT ACÚSTIC**

L'aïllament acústic és nul pel que fa al soroll d'impacte ( que és el que ens interessa en el cas que ens ocupa) si s'utilitza com a únic material del parament (*vegis una coberta amb xapa de zinc únicament*).

Caldria adaptar la solució constructiva evolucionant cap a un sistema constructiu multicapa o bé estudiant una altra possibilitat.

### **RESISTÈNCIA AL FOC**

Els elements metàl·lics, entre ells inclosos els elements de zinc o aliatges amb zinc, experimenten una pèrdua de resistència a altes temperatures, és per això que des de la fase de projecte cal preveure una sèrie de proteccions per intentar mantenir en el temps aquesta resistència el més intacte possible.

Hi ha diferents tipus de proteccions:

Per aplacat amb material aïllant tèrmic, com ho pot ser el cartró – guix.

Per projectat de morters i formigons especials (airejats amb perlita o vermiculita)

Per pintat amb pintures intumescentes.

### **VULNERABILITAT A L'AIGUA**

Una de les característiques del zinc com a element metàl·lic és que el seu grau de porositat és gairebé nul, això li confereix una resistència a la humitat en quant a absorció elevadíssima.

Així que tot tenir inconvenients a nivell de confort acústic en zones plujoses, al mateix temps es un material òptim per a l'escorrentia de l'aigua.

### **POSSIBILITAT D'AUTOCONSTRUCCIÓ**

La col·locació de planxes de zinc a l'obra no es complicada, ja que es poden desplaçar còmodament donada la seva lleugeresa. Si estem parlant de planxes d'una certa magnitud la manipulació d'aquestes hauria de ser amb més d'un operari. No obstant, aquests no necessitarien una especial formació per a la seva col·locació.

Cal tenir en compte, però, les uncions entre xapes i els punts singulars ( les cumbreres, si fos el cas d'un sostre, per exemple) ja que si no es realitza amb el solapament correcte o no es protegeix de manera adequada és un punt fàcil de filtracions.

### **SISMES**

-

### **LIMITACIONS**

#### **SOROLL**

Poden arribar a ser molt sorolloses quan plou. Així doncs, si es preveu un sostre d'aquest tipus en una zona plujosa cal considerar-ho encardiment ja que el desconfort que comporta és elevat.

Aquest aïllament s'aconsegueix a base de materials aïllants.

#### VENTADES

Aquests tipus de planxes són molt lleugeres, tant, que poden ser fàcilment arrencades pels vents.

#### APARENÇA

Estèticament l'acabat que confereixen aquest tipus de sostre a les edificacions és molt poc atractiu. A diferència d'altres materials com les teules o l'asfalt, les planxes de zinc són simples i tot i que el seu aspecte pot ser millorat amb pintura trenca fàcilment amb qualsevol grup o condició estètica.

### 3.3.4. USOS EN LA CONSTRUCCIÓ DEL ZINC

Els productes de zinc es troben principalment en format de planxes, tubs, fils, barres i perfils extruïts, amb uns espessors molt variables.

Una de les seves aplicacions més importants és la galvanització de l'acer.

Altres:

- Peces de fosa injectada
- Metal·lúrgia
- Fabricació de pintures
- Aliatges



**Figura 3.3.4.1.** Xapa grecada de zinc  
Element constructiu utilitzat en la construcció actual de cobertes a País Bassari

FONT: [www.gencat.cat](http://www.gencat.cat)

### 3.3.5. IMPACTE AMBIENTAL

El zinc és un recurs natural no renovable, per tant, la seva extracció té efectes sobre el medi ambient, ja que l'extracció és destructiva i es consumeixen grans quantitats d'energia.

El procés de fabricació consumeix una gran quantitat d'energia i produeix un elevat nombre de residus tòxics. A més, els residus no controlats tenen efectes sobre la salut.

El zinc, però, pot reciclar-se indefinidament sense perdre les seves propietats ni qualitat, tot i que el percentatge de reciclat de zinc depèn principalment de la recollida de productes que el contenen, el 90% dels productes recollits d'aquest tipus es reciclen.

Aproximadament el 60% del zinc produït en tot el món procedeix de minerals extrets de mines i el 40% restant és reciclat o secundari. No obstant el reciclat augmenta any rere any juntament amb la tecnologia de reciclatge i producció de zinc.

El zinc pot reciclar-se en totes les seves fases de producció i utilització, com també es poden reciclar les restes que es generen en la producció de planxes d'acer galvanitzat o les restes que es generen durant els processos de fabricació o instal·lació o el zinc procedent de productes fora d'us.

De la mateixa manera, la presència de zinc en aliatges no influeix en la capacitat de ser reciclat donat que els aliatges es tornen a fondre i s'utilitzen per fabricar productes de nous del mateix aliatge, amb tot, sempre esdevé més complicat que planxes homogènies de zinc.



## 4 LLISTAT DE FIGURES

Figura 3.1.1.1. Medició del diàmetre d'una canya de bambú africà .....	4
Figura 3.1.2.1. Canyes de bambú de creixement salvatge. ....	4
Oussouye, Regió de Ziguinchor, baixa Cassamance, Senegal.....	4
Figura 3.1.2.2. Il·lustració d'una canya de bambú.....	5
Figura 3.2.4.1. Biga confeccionada amb canyes de bambú.....	7
Figura 3.2.1.1. Localització de les plantes de ciment senegaleses: Sococim, Dangote Cement Senegal, KIRIN cement Factory.....	9
Figura 3.2.2.1. Procés de fabricació del ciment.....	10
Figura 3.2.4.1. Blocs de ciment.....	13
Figura 3.3.1.1. Localització de Nigèria respecte del País Bassari.....	15
Figura 3.3.4.1. Xapa grecada de zinc .....	19

## 5 LLISTAT DE TAULES

Taula 3.1.3.1. Durabilitat estimada de les canyes de bambú sense tractament .....	5
Taula 3.3.1.1. Classificació dels productes metal·lúrgics.....	15
Taula 3.3.1.2. Informació tècnica del zinc .....	16

## 7 BIBLIOGRAFIA

### BAMBÚ

[[http://](http://www.inbar.int/)] **INBAR**, International Network for Bamboo and Rattan  
[www.inbar.int/](http://www.inbar.int/)

[pdf] *Study on Utilization of Lowland Bamboo in Benishangul Gumuz Region, Ethiopia*, per INBAR (International Network for Bamboo and Rattan; Maig 2010.

[pdf] *Designing and Building with bambú*, INBAR technical report num. 20, per Jules J. A. Janssen; Technial University of Eindhoven eindhoven, The Netherlands.

[pdf] *Bamboo Construction Source book*, INBAR techcal report num. 5; amb la col·laboració de *Hunnarshala Foundation, Asian Coalition for housing Rights, CAN (Community Architects Network)*.

### CIMENT

[pdf on-line] **Scribd**, Loma Negra, *Durabilidad del Hormiçón*  
<http://es.scribd.com/doc/16738030/Durabilidad-Cemento>

[[http://](http://www.vicat.com/en/Vicat-Group/Introducing-the-Vicat-Group/Vicat-s-world-presence/Senegal)] **Vicat Group**, Senegalais cément  
<http://www.vicat.com/en/Vicat-Group/Introducing-the-Vicat-Group/Vicat-s-world-presence/Senegal>

[pdf on-line] **Generalitat de Catalunya**, Documents de Referència sobre les millors tècniques disponibles aplicables a la indústria, Departament de Medi Ambient.  
[http://www20.gencat.cat/docs/dmah/Home/El%20Departament/Publicacions/Col\\_lecciones/Documents%20de%20referencia%20sobre%20les%20MTD%20aplicables%20a%20la%20industria/docs/Ciment.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/dmah/Home/El%20Departament/Publicacions/Col_lecciones/Documents%20de%20referencia%20sobre%20les%20MTD%20aplicables%20a%20la%20industria/docs/Ciment.pdf)

METALLS

**[Enciclopèdia]** Enciclopedia universal Larousse. 2006, volum 1. Espanya, Larousse editorial, edició especial per RBA Col·leccionables. ISBN (obra completa): 84-8332-873-9

**[pdf on-line] Grupos Unican**, Formación Aluminio

<http://grupos.unican.es/gidai/web/assignaturas/CI/Aluminio.pdf>

**[http://] COAC**, Col·legi Oficial d'Arquitectes de Catalunya. Característiques mediambientals dels materials.

<http://www.coac.net/mediambient/Life/l1/l1114.htm>

**[http://] Formació Zinc**, *Proceso para la obtención del zinc*, per Francisco Navarro Morales i Victor M Tostado Cabral.

[http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso1/Temario1\\_IVZinc.htm](http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso1/Temario1_IVZinc.htm)

**[http://] Textos científicos**

<http://www.textoscientificos.com/quimica/corrosion>

**[http://] Monografias**

<http://www.monografias.com/trabajos3/corrosion/corrosion.shtml# Toc454202837>

**[http://] Alu-Stock**, expertos en aluminio

<http://www.alu-stock.es/>

**[http://] Lenntech**

<http://www.lenntech.es/periodica/elementos/al.htm>

**[http://] ConfeMetal**, Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Metal

<http://www.confemetal.es/aseral/aplicaciones.htm>

**[Revista on-line] Tectonica**

[www.tectonica.es](http://www.tectonica.es)

**[http://] Metales Joral**

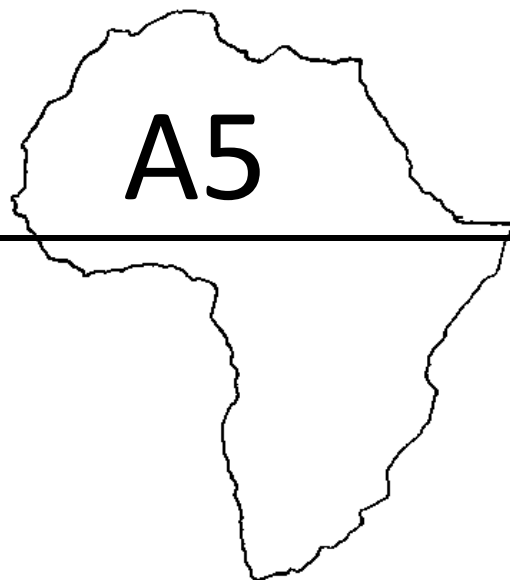
<http://metalesjoral.com/index.php?id=4>

**[http://] Quinta Metalica**, Pasión por los revestimientos

[www.quintametalica.com/plomo.php](http://www.quintametalica.com/plomo.php)



POSTA EN OBRA





## ANNEX 5

## ÍNDEX

ANNEX 5 .....	1
ÍNDEX.....	1
1 OBJECTIU .....	3
2 METODOLOGIA.....	3
3. TECNOLOGIA CONSTRUCTIVA TRADICIONAL .....	5
3.1. MATERIALS, ELEMENTS I SISTEMES .....	5
3.2. POSTA EN OBRA TRADICIONAL.....	6
4 TECNOLOGIA CONSTRUCTIVA ONGDs.....	16
4.1. MATERIALS, ELEMENTS I SISTEMES .....	16
4.2. POSTA EN OBRA.....	17
5. TECNOLOGIA CONSTRUCTIVA ACTUAL AUTÒCTONA.....	23
5.1. RELACIÓ MATERIALS – ELEMENT CONSTRUCTIU .....	23
5.2. POSTA EN OBRA ACTUAL AUTÒCTONA .....	24
6 TECNOLOGIA CONSTRUCTIVA ONGDs.....	29
6.1. RELACIÓ MATERIALS – ELEMENT CONSTRUCTIU .....	29
6.2. POSTA EN OBRA.....	30
7 LLISTAT DE FIGURES.....	35
8 BIBLIOGRAFIA .....	36



## EVOLUCIÓ DE LA POSTA EN OBRA

---

### 1 OBJECTIU

Aquest annex pretén exposar el procés constructiu de les diferents tipologies constructives que s'han tractat en la memòria del treball a fi de determinar com es construeix segons la següent casuística:

- a) Com es construïa tradicionalment **utilitzant els materials tradicionals**.
- b) Com podem construir **utilitzant els materials tradicionals aportant coneixement tecnològic**.
- c) Com es construeix amb la **introducció de nous materials**.
- d) Com es pot construir amb **nous materials introduïts en la construcció actual amb la aportació de coneixement tecnològic**.

Per veure de quina manera es dona solució a les diferents situacions de desconfort, i en el seu defecte poder determinar les estratègies corresponents per donar resposta a dites situacions.

### 2 METODOLOGIA

Per a la redacció d'aquest annex ha estat de vital importància el desplaçament a terreny, ja que és al manera més directa i fiable de poder veure les diferents tipologies constructives i de poder recollir testimonis reals de constructors autòctons, i de les ONGDs.

El desenvolupament de les tasques a terreny es poden veure en l'**annex 11\_ Treball de camp**.

S'ha pogut fer un seguiment de diferents edificacions construïdes segons la tendència actual i s'han pogut veure, analitzar i recollir algunes mostres fotogràfiques de tipologies tradicionals en construcció.

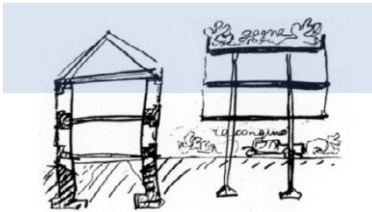
L'apartat 4 d'aquest annex, però, no s'ha desenvolupat al mateix nivell perquè en si és una proposta de diferents tecnologies i sistemes que es podrien posar en pràctica amb nou coneixement sense la introducció de nous materials; i aquest tipus de construcció ara mateix no es dona, ja que encara que sigui en una petita mesura es requereix de molts elements i materials nous que ens permeten una millora substancial en el procés constructiu, la durabilitat del resultat final, i les prestacions d'aquest.



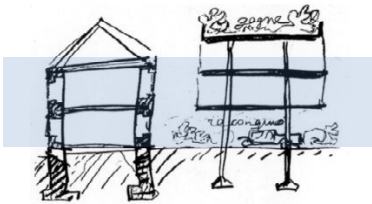
### 3. TECNOLOGIA CONSTRUCTIVA TRADICIONAL COM HO FEIEN AMB ELS MATERIALS TRADICIONALS?

#### 3.1. MATERIALS, ELEMENTS I SISTEMES

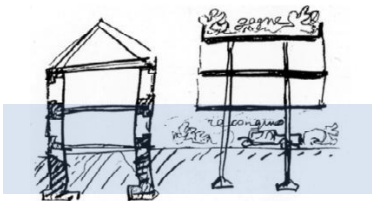
##### COBERTA



##### MURS



##### FONAMENTACIÓ



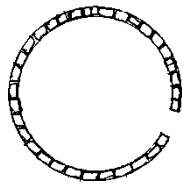
### 3.2. POSTA EN OBRA TRADICIONAL

#### **3.2.1. FORMA I ESTRATÈGIES**

---

##### FORMA

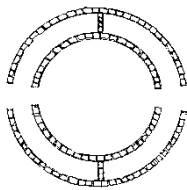
La casa tradicional es desenvolupa en una sola planta amb forma circular d'uns 6 m de diàmetre quan es distribueix en diferents estances en el seu interior; quan parlem d'habitacions el diàmetre d'aquestes pot arribar a uns 3,5m. El material principal i únic del mur és el bloc d'adob.



**Figura 3.2.1.1.** Esquema d'una planta circular de bloc.  
FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>

En alguns casos les construccions estan formades per dues parets amb una equidistància aproximada d'1 metre entre elles.

La paret interior defineix la zona d'estar, mentre que l'exterior defineix el que podríem anomenar com a zona d'amortització.



**Figura 3.2.1.2.** Esquema de la variant més comú de la tipologia constructiva. Presència de la zona d'amortització.  
FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>

La zona de protecció permetrà el control dels intercanvis tèrmics en la zona d'estar. A més, aquesta zona s'utilitza com a zona d'emmagatzematge i com a protecció d'algunes aus de corral en dies de pluja, objectiu únic per al que al va néixer aquesta tipologia.

La paret exterior es construeix a 1/4 o 1/3 de l'altura de la paret interior, d'aquesta manera la col·locació i subjecció de la coberta és més còmoda; assolint un pendent òptim per a l'escorrentia de l'aigua.

##### ESTRATÈGIES

#### **CONeixEMENT TRADICIONAL**

##### **1 Construccions amb inèrcia tèrmica**

MATERIAL: argila (miscellaneous) / adob / pedra

AÏLLAMENT: per gruix

ESTANQUEÏTAT: per gruix

**Figura 3.2.1.3.** Construcció tradicional de pedra.  
Espessor del mur  $e=0,4m$

Ethiolo, Salemata, País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal.

FONT: pròpia





**2** Vols dels ràfecs de coberta per a la generació d'un doble espai que serveix per protegir els animals de granja en època de pluges (+ indirectament funció tèrmica)



**Figura 3.2.1.4.** Doble mur.  
Espai amortidor.

Vila propera a Salemata, País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal.  
FONT: pròpia

**3** Ventilació que s'aconsegueix projectant una petita obertura col·locada a la zona contraposada a l'obertura d'entrada (porta); ambdues obertures protegides per un element de *kretting* que permet aquesta ventilació tot i estar col·locat en les obertures ja que consisteix en un entramat d'un material similar a la fulla de palma, però més resistent que aquesta.



**Figura 3.2.1.5.** Obertures de ventilació.  
No presents en totes les edificacions.

Ethiolo, Salemata, País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal.  
FONT: pròpia

### 3.2.2. OBTENCIÓ DE MATERIALS I FABRICACIÓ D'ELEMENTS

a. Obtenció de la terra de termíter per a la confecció dels blocs d'adob, en el seu defecte, tamisat de la terra de la qual es disposi per a la producció d'aquests, així com sorra, aigua, i altres materials per a l'execució de la edificació: fustes, palla d'arròs, corda d'escorça, etc.

b. Fabricació dels blocs d'adob .

Argila	+	aigua	+	palla	+/-	fems
--------	---	-------	---	-------	-----	------

Per a la fabricació de blocs d'adob no calen grans infraestructures, és un procés molt mecànic i manual: necessitarem un motlle de la mida requerida, habitualment d'uns: 5 x 10 x 20, 8 x 10 x 40 ó 10 x 15 x 30 centímetres i la massa d'argila amb l'estabilitzador que es consideri; normalment palla.

#### MASSA

1. Realització d'un sot al terra

*\*Proper a la zona on es realitzarà l'acopi de maons.*

2. Tamisat de la sorra i la terra per tal d'eliminar impureses

3. Introduïm la terra, si es possible aquesta serà de termíter, ja que una de les millors tipologies per a la confecció d'adobs.

*\*Si és comprada s'haurà de verificar la seva composició abans d'utilitzar-la.*

*\*Podem introduir palla a la mescla, o altres materials fibrosos que ens serveixin d'estabilitzadors.*

4. Hi aboquem aigua de manera suficient com perquè pugem remenar amb una pala per anar adquirint consistència.

*\*Si aconseguim una pala mecànica ens estalviarem temps i esforç.*

#### MOTLLE

Els motlles poden ser de diferents materials i poden tenir diferents formes, però existeixen una sèrie de restriccions per a que el producte sigui òptim i respongui a la millor relació de robustesa, pes i aïllament.

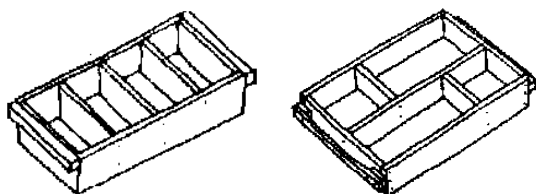
Els materials més habituals són la fusta i el metall tot i que principalment s'utilitza el primer; i en quant a forma, és molt comú utilitzar motlles múltiples per tal de fer més d'un bloc d'adob a l'hora i optimitzar el temps, però no és convenient fer-ne de més de 6 unitats, ja que comencem a necessitar ajuda de més mà d'obra per poder manejar.



**Figura 3.2.2.1** Motlle individual

FONT: Institut Jane Godall (IJG), Departament de BioConstrucció, Senegal.

*\*RECOMANACIONS* Alhora d'utilitzar els motlles es necessari que la fusta estigui expressament neta i es convenient aplicar una mà de d'oli cremat a la conferir al bloc un cert grau d'impermeabilitat.

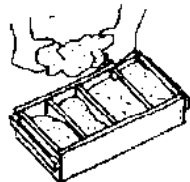


**Figura 3.2.2.2.** Esquema de diferents tipologies de motlles

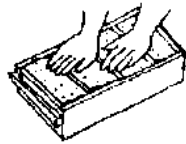
FONT: Johan Van Legend (1982), Manual del Arquitecto Descalzo, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

**BLOC D'ADOB**

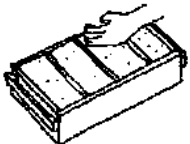
1. Fabricació de motlles
2. Fabricació de la mescla (*el fang*)
3. Neteja del motlle i neteja prèvia de la zona on es farà acopi dels blocs per tal de no malmetre la cara del bloc en contacte amb el terra.
4. Aplicar oli cremat al motlle  
*\*Si es possible*



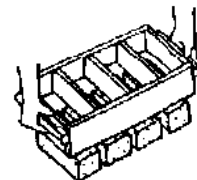
llenar el motlle



compactar la mescla



recortar arribes



sacar el motlle

5. Introducció de la mescla dins del motlle
6. Compactació de la mescla
7. Retallar les bores per aconseguir una superfície llisa del bloc.

**Figura 3.2.2.3** Esquema del procés de conformació dels blocs d'adob

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

8. Treure el motlle

*\*Els adobs hauran de mantenir la forma, si no és així voldrà dir que el contingut d'aigua de la mescla es excessiu.*

*\*Si, pel contrari, queda part de la mescla al motlle voldrà dir que el contingut d'aigua de la mescla no era suficient.*

9. Procés de secat

*\*No Col·locarem els adobs al sol per accelerar el procés, caldrà secar-los a l'ombra per evitar grans retraccions (donada les màximes de temperatura que s'assoleixen a la zona)*

*\*Si no tenim un lloc cobert s'hauran de protegir amb fulles o quelcom semblant*

*\*S'hauran d'anar regant per tal de curar la terra.*

**Figura 3.2.2.4.** Esquema dels resultats després del procés d'assecat

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

10. Un cop endurits es col·locaran separats els uns dels altres en fileres durant 15 dies, d'aquesta manera l'aire podrà passar entre ells fins la finalització del procés.

**Figura 3.2.2.5.** Confeció i acopi dels blocs.

FONT: *Institut Jane Godall (IJG)*, Departament de BioConstrucció, Senegal.

c. Transport fins la zona de construcció dels elements constructius que s'han confeccionat per a l'execució de la vivenda: blocs d'adob, canyes de bambú, bigues de fusta, etc



**Figura 3.2.2.6.** Transport del bloc d'adob fins la zona d'obres.

FONT: *Institut Jane Godall (IJG), departament de Bio construcció, País Bassari, Senegal.*

d. Recol·lecció, organització del palla d'arròs en feixos i assecat d'aquests per a la posterior col·locació d'aquest a l'obra; en l'execució de cobertes.



**Figura 3.2.2.7.** Feixos de palla d'arròs durant el procés d'assecat. Llestos per a la seva col·locació a la coberta.

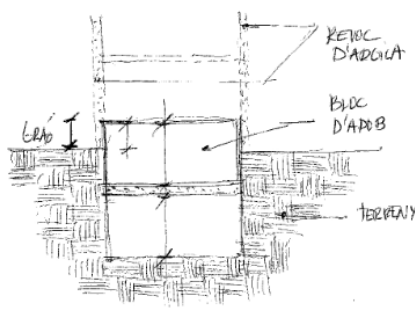
FONT: *pròpia*

### 3.2.3. CONSTRUCCIÓ DE SISTEMES

#### A.

##### Preparació i replanteig

Esbrossada del terreny i replanteig de la localització del mur. És dibuixa el perímetre de la casa amb una branca sobre la sorra, i sobre aquet es fa un petita rasa, per a que serveixi de fixació dels blocs (a mode d'encastament).



**Figura 3.2.3.1** Replanteig del perímetre i construcció del mur d'adob / detall constructiu arrencada del mur.

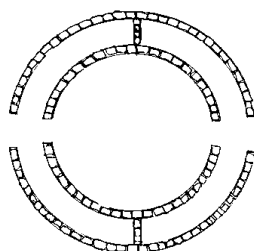
Replanteig de la primera filada del mur; excavació de la rasa que rebrà la primera filada a mode de fonamentació.

FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>

ELABORACIÓ: pròpia [detall constructiu]

#### B.

##### Execució del mur



**Figura 3.2.3.2.** Esquema en planta d'una edificació amb doble mur

FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>

Es col·loca la primera filada seguint la rasa i les filades següents es col·loquen segons la llei de trava, sense cap tipus de morter o utilitzant únicament argiles; és construeix la paret d'obra de fàbrica fins l'altura desitjada (aproximadament 2,5 metres).

La construcció tradicional no compta amb moltes obertures més que la porta d'entrada i potser alguna petita finestra situada contraposada a la porta, però no de manera generalitzada en totes les edificacions.

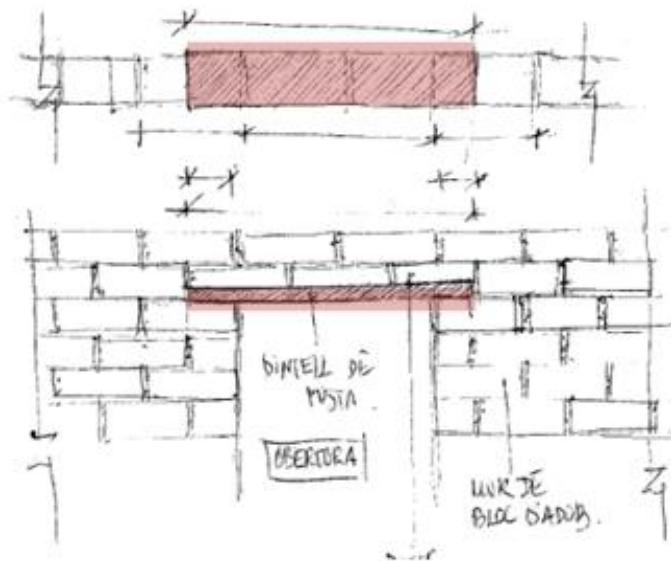
Per fer les obertures als murs, o bé es procedeix a la construcció del mur complet i després es retira el material necessari per a la construcció de la porta, o bé es col·loca un pre – marc o un dintell realitzat amb un llistó de fusta quan s'arriba a l'altura desitjada i en acabat es procedeix a l'execució de la part de mur restant.

*\*En la construcció típicament tradicional per a la confecció puntual de les peces de pre marcs o dintells de fusta s'arribaven a tal·lar arbres sencers, només per al requeriment d'un llistó.*



**Figura 3.2.3.3.** Peça dintell confeccionat amb fusta. Construcció Bedik, País Bassari.

FONT: pròpia



**Figura 3.2.3.4.** Esquema de la col·locació del dintell en un mur d'adob. Solapament mínim amb el mur de 20 centímetres a cada costat de l'obertura.

ELABORACIÓ: pròpia

### C.

#### Construcció del mur exterior.

*\*En els casos que corresponguin en funció de la regió, ètnia o altres condicionants.*

El procediment és el mateix que s'ha realitzat anteriorment per al mur interior, previ replanteig i execució de la rasa, es col·loquen els blocs de la primera filada en aquesta (a mode d'encastament) i les filades següents es col·loquen segons la llei de trava, amb morter d'argila com a conglomerant.



Normalment l'altura del muret és aproximadament un terç de l'altura del mur principal (1 / 3 h).

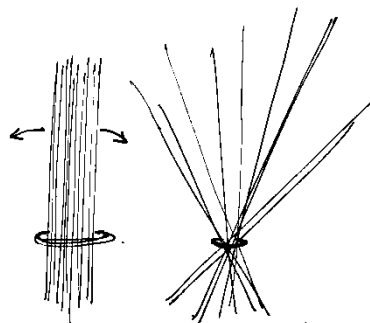
**Figura 3.2.3.5.** Construcció de l'espai d'amortització; mur exterior.

FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>



**D.****Construcció de l'estructura principal de la coberta.**

Lligat d' un grapat de branques amb corda per un dels extrems. No ho farem amb menys de 15 perquè posteriorment no aconseguirem una estructura amb prou punts de recolzament per a l'execució de l'acabat amb palla d'arròs. Aquestes branques fan la funció de bigues principals de coberta, i l'estructura principal acaba esdevenint, en la majoria de casos, molt densa.



**Figura 3.2.3.6.** Col·locació de les branques principals (bigues) de la coberta segons la tradició constructiva [esquerra] / Detall de la disposició de les branques [dreta]

FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>

ELABORACIÓ: pròpia



Es col·loca el paquet amb el nus a la part inferior i al centre de l'edificació, aquesta tècnica facilita el muntatge ja que per gravetat les branques rodegen el perímetre de l'estructura dels murs i configuren al mateix temps el perímetre exacte de l'estructura de la coberta.

Un cop les branques principals ja han adoptat la posició correcta i s'han assegurat es procedeix a la unió d'aquestes amb les branques secundàries que fan de travessers i que serviran per a al col·locació dels feixos de palla, si es el cas.

Aquestes unions es realitzen amb corda, no mecànicament.

**Figura 3.2.3.7.** Lligat manual del conjunt de bigues amb corda i col·locació de les biguetes o branques secundàries.

FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>

**Figura 3.2.3.8.** Lligat manual de les branques secundàries amb les branques principals de l'estructura d'coberta.

Es col·loquen formant un entramat entre les branques principals o es van lligant a ambdós costats de l'estructura principal.

FONT: pròpia



En algunes edificacions, per reforçar l'estructura es realitza una mena d'entramat amb lianes, que s'obtenen dels boscos propers. La Liana, és una arrel resistent que confereix a l'estructura més rigidesa i l'enforteix davant de les ràfegues de vent pròpies de l'època de pluges.



**Figura 3.2.3.9.** Detall del lligat de les canyes principals de coberta.

Visualització del primer palla col·locat i fixació d'aquest amb canyes de bambú des del exterior.

FONT: pròpia

Quan l'estructura està conformada un grup d'homes del poble s'apropa per ajudar a capgirar l'estructura de branques i col·locar-la sobre l'estructura del mur ja executada.



**Figura 3.2.3.10.** Estructura de coberta d'una construcció típica a País Bassari recolzada sobre pilars

Moment previ a l'inici de les tasques de col·locació dels feixos de palla.  
 \*El més habitual és col·locar l'estructura del dret sobre el mur i un cop col·locada procedir a la col·locació dels feixos de palla.  
 \*L'estructura es pot reforçar amb pilars, en aquest cas són troncs i/o branques tallades i modelades especialment per a dita funció.

FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>.

**E.**

**Execució de l'acabat de la coberta**

Es important que la coberta tingui un pendent adequat perquè l'ús de la palla com a acabat sigui òptim, ja que un pendent insuficient conjuntament amb una mala execució comportaria un greu problema d'estanqueïtat, partint de la base que la palla no és un material estanc en sí mateix.

Aquestes tasques les realitza un professional, algú del poble que s'ha dedicat a l'estudi de l'execució de cobertes, qui col·locarà els feixos d'una manera o una altra en funció de la tècnica construïda que correspongui en funció de la regió, l'ètnia o altres condicionants. (veure **annex 2\_Construccions properes**) solapant com a mínim la meitat del feix amb el de la resta inferior tapant la unió d'aquesta. Així doncs la col·locació de l'acabat es realitza de abaix a dalt.

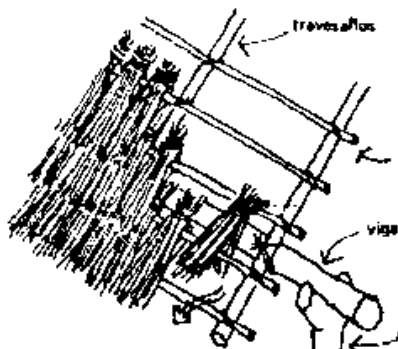


Figura 3.2.3.11

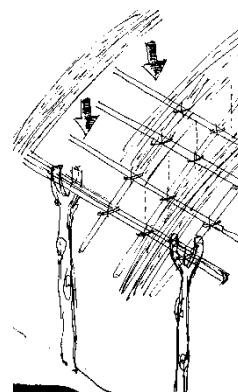


Figura 3.2.3.12



**Figura 3.2.3.11.** Tècnica 1 - Esquema de col·locació dels feixos de palla d'acabat de coberta.  
 FONT: *Lloyd Kahn (1999) Cobijo, Ed. H. Blume, 1993, ISBN: 978-84-87756-39-9*

**Figura 3.2.3.12** Tècnica 2 - Esquema de col·locació dels feixos de palla d'acabat de coberta.  
 FONT: pròpia

#### A TENIR EN COMPTE

**a** La palla collida en un primer moment es pentina i tot seguint se'n fan feixos, se separen i es lliguen per un dels extrems; aquest serà el punt d'unió amb els travessers.

**b** És important la selecció dels feixos: curts per les arestes: cumbres i alerons, i llargs per la resta de sostre.

**c** Els feixos acostumen ha ser entre 60 i 90 centímetres de llarg perquè en la seva col·locació se solapin i protegeixin la fixació dels feixos col·locats anteriorment.

**d** Normalment l'execució del sostre és realitza amb filades verticals i seccions horitzontals. La primera filada cal fixar-la i reforçar-la bé, ja que és la més susceptible a l'acció del vent en un primer moment i la que protegirà les següents seccions.



**Figura 3.2.3.13**



**Figura 3.2.3.14**

**Figura 3.2.3.13.** Procés d'execució de l'acabat de palla de coberta

**Figura 3.2.3.14.** Reparació de l'acabat de coberta donat una patologia d'humitat.

*Iwol, País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal*

FONT: pròpia



**Figura 3.2.3.15.** Edificació acabada

*Construcció d'una de els tipologies típiques Bassari. Construcció murària d'adob amb doble mur, estructura de coberta amb canya i palla col·locat sense cap ordre fixat posteriorment amb canyes de bambú.*

*Iwol, País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal*

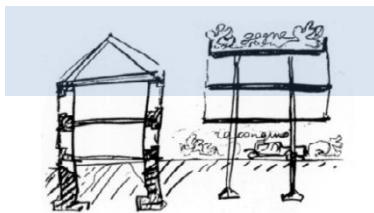
FONT: pròpia

## 4 TECNOLOGIA CONSTRUCTIVA ONGDs

### COM HO FAN AMB ELS MATERIALS TRADICIONALS + NOU CONEIXEMENT?

#### 4.1. MATERIALS, ELEMENTS I SISTEMES

##### COBERTA

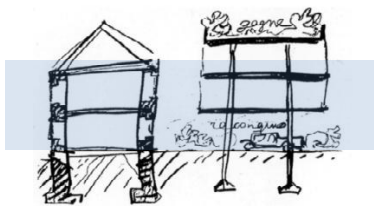


MURS

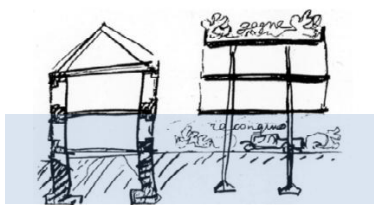


Figura 4.1.1. Relació entre els materials constructius utilitzats i el seu ús en la construcció actual a País Bassari.

FONT: [www.google.com](http://www.google.com) / Esquema de tipologies estructurals de Le Corbusier /imatges pròpies i IJG. ELABORACIÓ: pròpia



FONAMENTACIÓ



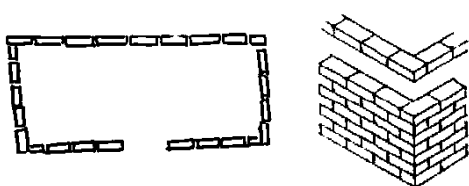
## 4.2. POSTA EN OBRA

### 4.2.1.FORMA I ESTRATÈGIES

#### FORMA

Es projecten formes rectangulars donat que existeix una clara tendència a agrupar el nucli familiar sota un mateix sostre, i això permet estructurar l'edificació i descomposar-la en petits espais interiors.

Aquest canvi ve determinat també per l'aparició de mobiliari, la col·locació del qual era difícil en els petits nuclis circulars dels quals es composaven els assentaments.



**Figura 4.2.1.1.** Esquema de resolució de les cantonades dels murs de fàbrica d'adob.

Segons la llei de trava.

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

#### ESTRATÈGIES

##### APORTACIÓ DE NOU CONEIXEMENT TÈCNIC

##### 1 Introducció de nous sistemes constructius amb materials autòctons.

Construccions amb inèrcia tèrmica

MATERIAL: adob estabilitzat amb palla / terra premsada

AÏLLAMENT: per gruix

ESTANQUEÏTAT: per gruix / per pressió

##### 2 Introducció de noves metodologies per a la confecció de diferents elements constructius

NEW

##### Opció 1 BLOC D'ADOB

Veure **annex 3 \_materials amb tradició constructiva**

+ estabilitzadors (palla, pèl d'animal, fibres vegetals, etc...)

##### Opció 2 BTC

Elements mecànics per a la realització dels blocs (màquina)

##### Opció 3 TAPIAL

Infraestructura i metodologia

##### 3 Realització d'una biga de bora per rigiditzar el conjunt muràri i al mateix temps poder realitzar obertures de major tamany sense que el buit suposi una minoració de l'estabilitat del mur.



**Figura 4.2.1.2.** Biga de vora.

FONT: IJG, *Institut Jane Goodall*, Departament de Bioconstrucció, Senegal.

##### 4 Introducció d'estratègies bioclimàtiques (orientació, protecció solar) per complementar d'altres que de manera intuïtiva ja s'havien aplicat de manera tradicional (inèrcia tèrmica i ventilació), i millora de l'optimització d'aquestes darreres.

##### 5 Construcció d'una fonamentació inexistent en la construcció tradicional que resolgui també els diferents punts de desconfort que es plantegen.



#### 4.2.2. OBTENCIÓ DE MATERIALS I FABRICACIÓ D'ELEMENTS

---

a. Obtenció dels materials necessaris per a la elaboració dels diferents elements constructius que es plantegen:

**Opció 1 BLOC D'ADOB**

**Bloc d'Argila + aigua + estabilitzadors → mur armat**

**Opció 2 BTC**

**Bloc de terra comprimida per hiperpressió**

**Opció 3 TAPIAL**

**Mur de terra comprimida**

Per a aquesta tasca prèviament s'han hagut de confeccionar els motlles de fusta per a la confecció dels blocs, les plaques d'encofrat, etc.

El detall del procés de la confecció dels blocs d'adob es recull en *l'apartat 3.2\_ Posta en obra apartat > 2.2.2. Obtenció de materials i fabricació d'elements*; la relació dels materials utilitzats per a la elaboració d'elements i sistemes es pot veure a la **Figura 8.1.1.1.**



**Figura 4.2.2.1.** Acopi de blocs posterior a l'assecat dels mateixos.  
FONT: *Institut Jane Goodall (IJG), Departament de Bio Construcció, Senegal.*



**Figura 4.2.2.2.** Realització d'un bloc de BTC.  
FONT: *Associació Terra Chidia, [www.tierrachidia.es](http://www.tierrachidia.es)*



**Figura 4.2.2.3.** Construcció d'un mur de Tapial al Col·locació de l'encofrat de tapial, M'Hamid El Ghizlane.  
FONT: *Associació Terra Chidia, [www.tierrachidia.es](http://www.tierrachidia.es)*

c. Transport fins la zona de construcció dels elements constructius que s'han confeccionat, tret dels que la confecció dels quals sigui in situ per a l'execució de la vivenda: blocs d'adob, canyes de bambú, bigues de fusta, la confecció d'aquestes darreres s'haurà realitzat per mitjà d'eines de tall i modelatge.

d. Recol·lecció, organització del palla d'arròs en feixos i assecat d'aquests per a la posterior col·locació d'aquest a l'obra; en l'execució de cobertes

### 4.2.3.CONSTRUCCIÓ DE SISTEMES

#### A.

#### Preparació i replanteig

Esbrossada i replanteig de la fonamentació superficial.

#### B.

#### Rases

Excavació de la rasa que contindrà els fonaments.

\*diferents segons el sistema constructiu

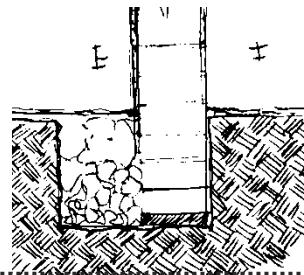


Figura 4.2.3.1

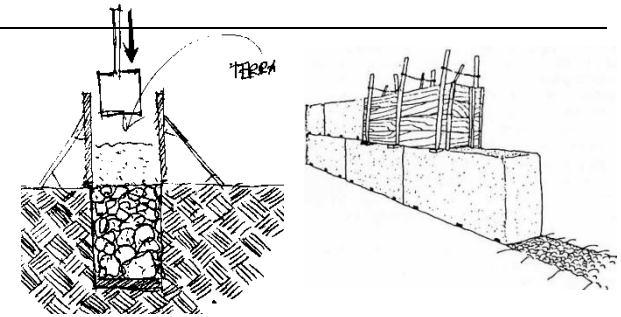


Figura 4.2.3.2/3

BLOC D'ADOB

BTC

TAPIAL

Ídem construcció tradicional

#### V.2

Intercalar entre cadascuna de les filades canyes de bambú que desenvolupin la funció d'armadura horitzontal per tal de confiar al mur més resistència mecànica millorant l'estabilitat d'aquest.

#### Figura 4.2.3.1 Fonamentació mur de BTC

ELABORACIÓ: pròpia

#### Figura 4.2.3.2. Mur de tapial en la seva arrencada.

Fonamentació amb graves i primera filada.

ELABORACIÓ: pròpia

#### Figura 4.2.3.3. Axonometria de l'arrencada d'un mur de tapial.

FONT:

[www.rinconesdelatlantico.com/num2/casa\\_de\\_tapial.html](http://www.rinconesdelatlantico.com/num2/casa_de_tapial.html)

**C.**Execució d'una base reguladora de morter d'argiles sobre la qual naixerà el mur.

**D.**Col·locació de la primera filada BTC, i col·locació de les següents filades segons la llei de trava. S'utilitzarà una beurada de morter d'argiles.

**E.**Col·locació de graves que funcionaran com a drenatge en la part corresponent de la rasa.

**F.** En arribar a l'altura màxima desitjada per a les obertures es prodeceix a la realització d'una **biga de vora** per a rigidzar el conjunt que al mateix temps serveix de dintell. Es necessari un encofrat que cobreixi el perímetre per al vertit del morter i un cop assecat es procedeix al desencofrat de l'element.

**G.**Realització del revoc exterior i interior amb morter d'argiles.

**C.**Reblert de la rasa amb roques i graves que treballaran com a fonament i drenatge.

**D.**Muntatge de l'encofrat; construït amb taulons de fusta. El calaix que s'obté pot ser d'unes dimensions tals que 150x90x60 cm.

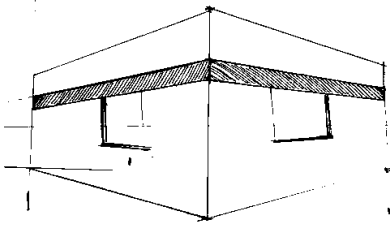
**E.**Introducció de la sorra dins del calaix de fusta i compactació d'aquesta de manera manual (pisó) o amb mitjans mecànics (vibrador). Tongades de 10-15 cm.

\*Repetició dels punts C i D fins assolir l'altura desitjada. Aquest procés és realitzat per trams (col·locats segons l'esquema superior **Figura 8.1.2.4.**) per poder anar assegurant l'estabilitat de cadascun d'ells.

**F.** Coronació del mur amb una **biga de vora** per rigidzar el conjunt, donat que el mur s'ha realitzat per trams.

- Encofrat de fusta
- Vertit del morter d'argiles
- Assecat

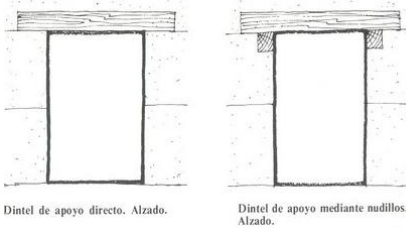
**G.**Realització del revoc exterior i interior amb morter d'argiles.



**Figura 4.2.3.4.** Biga perimetral continua

Fa la funció de rigiditzador del conjunt de la edificació i al mateix temps de dintell per a totes les obertures de l'estança en el cas que totes estiguin projectades per ser construïdes a la mateixa altura.

ELABORACIÓ: pròpia



Dintel de apoyo directo. Alzado.

Dintel de apoyo mediante nudillos. Alzado.

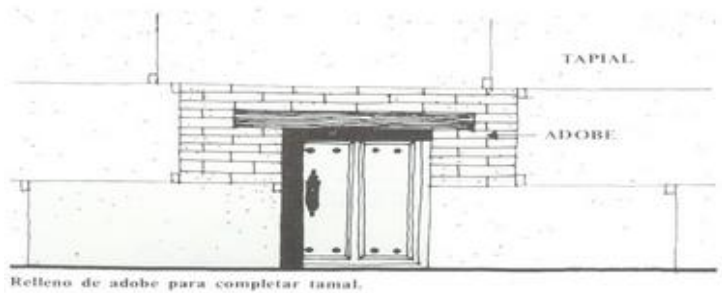
**Figura 4.2.3.5.** Dintells en un mur de tapial

Dintel de recolzament directe [esquerra] i dintell de recolzament per mitjà de "nudillos" [dreta]

FONT: [www.villafafila.net](http://www.villafafila.net) ; ROLDAN MORALES, F. P. 1983 Palomares de barro de tierra de campos.

**Figura 4.2.3.6.** Dintells en un mur de tapial

Sistema mixta de tapial i adob quan els dintells no coincideixen amb una nova filada de tongades del mur de tapial. Substituïm una de les tongades per adob i d'aquesta manera podem introduir la peça dintell que generalment, com hem vist, serà de fusta per una qüestió de treballabilitat i econòmica.



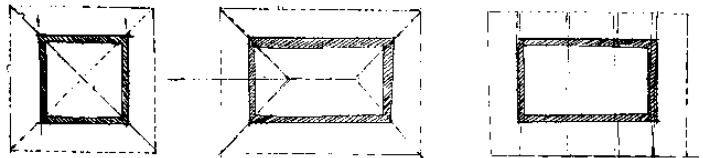
Relleno de adobe para completar tamal.

FONT: [www.villafafila.net](http://www.villafafila.net) ; ROLDAN MORALES, F. P. 1983 Palomares de barro de tierra de campos.

## H.

### Execució de l'estructura de la coberta.

La resolució de l'estructura dependrà de la forma de la planta i l'estratègia que s'hagi determinat per a l'edificació com podem veure:



**Figura 4.2.3.7.** Tipologies de cobertes habituals vistes en planta.

-11 Planta rectangular, quatre costats iguals [esquerra]- Coberta a quatre aigües; estructura principal de fusta i estructura secundària realitzada amb canyes de bambú, sense element de cumbreira; acabat exterior de palla d'arròs.

-12 Planta rectangular, costats iguals dos a dos [mig] – Coberta a quatre aigües; estructura principal de fusta i estructura secundària realitzada amb canyes de bambú, amb element de cumbreira; acabat exterior de palla d'arròs.

-13 Planta rectangular, costats iguals dos a dos [dreta]- Coberta a una aigua; estructura principal de fusta, acabat exterior realitzat amb canyes de bambú.

ELABORACIÓ: pròpia

**I1.**

Construcció de l'estructura principal de la coberta amb fusta (branques) al voltant d'una peça central que servirà de punt d'unió central de les bigues principals; fixació de manera manual amb corda feta d'escorça d'arbre.

Es procedeix a la col·locació de l'estructura secundària: canyes de bambú ( part superior de la canya, d'un diàmetre aproximadament d'1-2 cm) cada 0,15m aproximadament, formant un entramat entre les bigues principals de fusta.

Col·locació dels feixos de palla des de la part inferior a la superior per poder executar el solapament de manera correcta, segons el procediment explicat en *l'apartat 3.2.Posta en obra tradicional > 3.2.3. Sistemes constructius > E.*



**Figura 4.2.3.8.** Construcció d'una coberta de fusta i palla a Benin  
Bigues principals de fusta i biguetes de bambú africà.

FONT: [pdf] 6ème Séminaire thématique AFRICA 2009; [Conservation et valorisation de l'architecture traditionnelle en Afrique subsaharienne](#); DPC – Senegal; Direction du Patrimoine Culturel Du Senegal; AFRICA 2009, conservation du Patrimoine Culturel Immobilier en Afrique Subsaharienne.

**I2.**

Construcció de les l'estructura principal de la coberta amb grans branques o troncs tallats de fusta segons la forma requerida per a la subjecció dels elements.

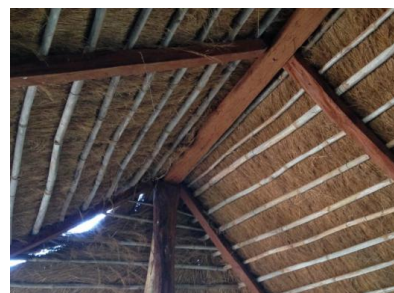
Col·locació de l'estructura secundària: canyes de bambú ( part superior de la canya, d'un diàmetre aproximadament d'1-2 cm) cada 0,15m fixades amb corda d'escorça.

Si es necessari es dobla aquesta estructura, per l'interior i l'exterior de l'estructura principal; acostuma a succeir en els casos en que l'estructura principal és de bambú de poc diàmetre: la resistència que ofereix no compleix els requeriments mínims.

**Figura 4.2.3.9.** Detall del recolzament de l'estructura de coberta amb el mur.

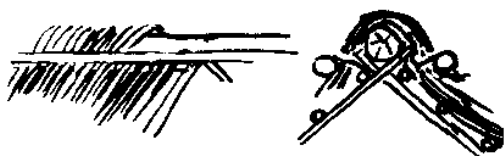
Vista interior d'una coberta a quatre aigües, rectangular en projecció. Visualització de la biga cumbreira i pilar de subjecció.

FONT: pròpia



Col·locació dels feixos de palla des de la part inferior a la superior per poder executar el solapament de manera correcta.

Es fixen segons el procediment explicat en *l'apartat 3.2.Posta en obra tradicional > 3.2.3. Sistemes constructius > E.*



**Figura 4.2.3.10.** Detall de l'estructura de coberta i col·locació de l'acabat exterior de palla d'arròs en un punt singular de la cumbreira.

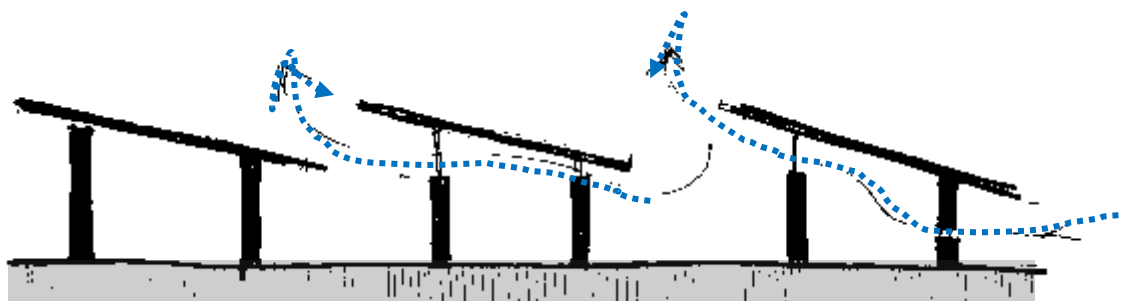
Es reforça el punt de la cumbreira amb dues canyes exteriors per subjectar el feix de palla superior que cobreix la cumbreira.

FONT: [Lloyd Kahn \(1999\) Cobijo](#), Ed. H. Blume, 1993, ISBN: 978-84-87756-39-9

**13.**

La construcció d'aquest tipus de coberta (1 aigua) és diferent a la que hem vist fins ara. S'executen els murs a diferents altures per tal d'aconseguir el pendent desitjat, o en el seu defecte, es precisa un sistema estructural porticat per tal de subjectar l'estructura de coberta.

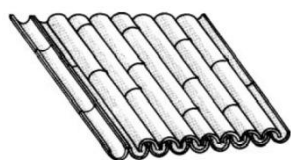
Aquesta tipologia afavoreix la ventilació creuada natural si es disposen obertures en murs oposats, i especialment a diferents altures (la secció de l'edificació ja afavoreix aquest fenomen).



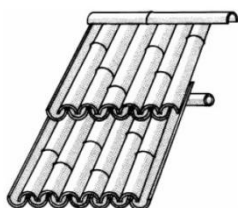
**Figura 4.2.3.11.** Esquema de diferents resolucions de coberta  
ELABORACIÓ: pròpia

Es procedeix a la col·locació de l'estructura principal i l'estructura secundària: bigues de fusta o canyes bambú. En funció de les llums màximes que haguem de cobrir en ambdues direccions del pla de coberta podrem necessitar bigues de "parte luces" per reduir el pandeig que pateixen aquests elements; especialment les canyes de bambú, perquè en funció del tipus d'espècie i del diàmetre del tall no tenen una secció resistent suficient. Normalment es disposaran cada 60 centímetres.

Si l'acabat exterior és de palla d'arròs, l'execució d'aquest es realitzarà segons les indicacions anteriors; però es poden utilitzar altres tipologies d'acabat, més innovadors, que ens ajuden a millorar el grau de permeabilitat i són de fàcil execució donat que la coberta és a 1 aigua, tot i que disminueix la protecció solar sobre l'edificació ja que no ofereix compacitat.



**Figura 4.2.3.12.** Acabat exterior continu de canya de bambú  
FONT: [pdf]Technical Report N° 16 – Bamboo; International Network for Bamboo and Rattan (INBAR)



**Figura 4.2.3.13.** Acabat exterior de teules fetes de bambú  
FONT: [pdf]Technical Report N° 16 – Bamboo; International Network for Bamboo and Rattan (INBAR)

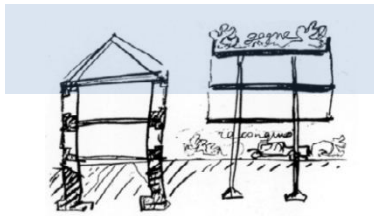
La tria d'un sistema d'acabat o un altre dependrà del tipus de canya amb el que treballem; si la canya té una secció resistent en gairebé tota la seva longitud (cal veure també de quines longituds disposem) podem decantar-nos per un sistema com el de la **figura 4.2.3.12**, en cas contrari, podem aprofitar la longitud que disposa d'una secció resistent per tal de construir teules com es pot veure en la **figura 4.2.3.13**.



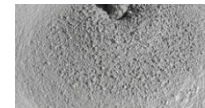
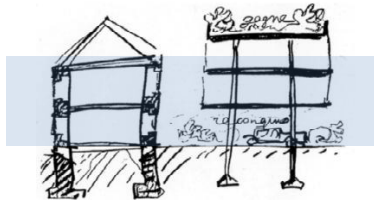
## 5. TECNOLOGIA CONSTRUCTIVA ACTUAL AUTÒCTONA **COM HO FAN AMB NOUS MATERIALS ??**

### 5.1. RELACIÓ MATERIALS – ELEMENT CONSTRUCTIU

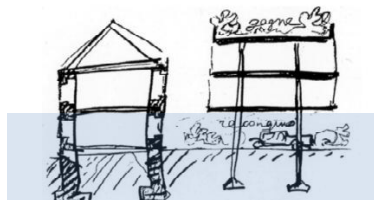
#### COBERTA



#### MURS



#### FONAMENTACIÓ



*Figura 5.1.1. Relació entre els materials constructius utilitzats i el seu ús en la construcció actual a País Bassari.*

*FONT: [www.google.com](http://www.google.com) / Esquema de tipologies estructurals de Le Corbusier. / Imatges pròpies i IJG*

*ELABORACIÓ: pròpia*

## 5.2. POSTA EN OBRA ACTUAL AUTÒCTONA

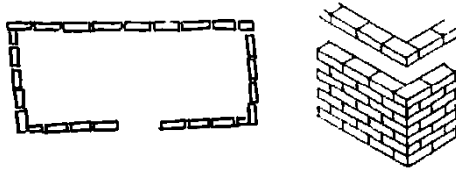
### 5.2.1.FORMA I ESTRATÈGIES

---

#### FORMA

Es projecten formes rectangulars donat que existeix una clara tendència a agrupar el nucli familiar sota un mateix sostre, i això permet estructurar l'edificació i descomposar-la en petits espais interiors.

Aquest canvi ve determinat també per l'aparició de mobiliari, la col·locació del qual era difícil en els petits nuclis circulars dels quals es composaven els assentaments.



**Figura 5.2.1.1** Esquema de resolució de les cantonades dels murs de fàbrica d'adob. Segons la llei de traves.

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

#### ESTRATÈGIES

##### APORTACIÓ DE NOU CONEIXEMENT TÈCNIC

###### 1 Estanquitat per material.

Utilització de materials poc porosos com els metalls per a la realització de determinats elements constructius.

Element coberta →	Xapa de zinc
Element mur →	Bloc de formigó

2 Introducció de noves estratègies bioclimàtiques com per exemple la ventilació; donat que pel fet d'introduir nous materials de manera normalitzada s'incorporen reixes a les finestres que els confereix un grau de ventilació major alhora que tracten el tema de la seguretat.

3 Perllongament de la durabilitat de l'edificació amb l'ús de materials amb una vida útil més elevada que alguns dels materials orgànics utilitzats en la construcció pròpiament tradicional.

Acer  
Ciment  
Zinc

4 Realització d'una **biga de vora** que permet rigiditzar el mur front de les obertures que s'hi executen.

## 5.2.2.OBTENCIÓ DE MATERIALS I FABRICACIÓ D'ELEMENTS

a.Compra de xapes de zinc, importades des de Nigèria qui compta actualment amb una important indústria metal·lúrgica (veure **annex 4\_Materials sense tradició constructiva**).



**Figura 5.2.2.1.** Localització de Nigèria respecte del País Bassari

FONT:

[www.google.com/maps](http://www.google.com/maps)

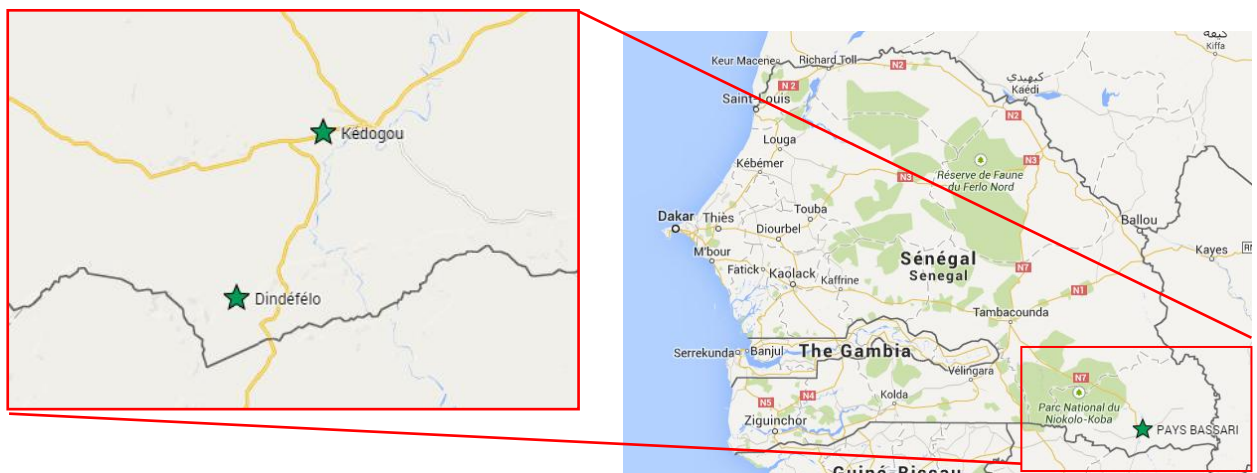
ELABORACIÓ: pròpia

-Compra de ciment : en blocs i sacs per fer morter de ciment.

Senegal compta principalment amb tres grans plantes cementeres localitzades a Dakar i als seus voltants ( veure **annex 4\_Materials sense tradició constructiva**).

-Obtenció de la fusta i confecció dels llistons per a la construcció de les bigues de l'estructura de coberta.

-Compra d'elements de ferralleria per a l'execució d'unions i obertures (claus, bisagres, etc...)



**Figura 5.2.2.2.** Localització del nucli comercial més proper a la zona d'aplicació del projecte (Dindéfélo).

FONT: [www.google.com/maps](http://www.google.com/maps)

ELABORACIÓ: pròpia

### 5.2.3. CONSTRUCCIÓ DE SISTEMES

---

#### A.

##### Preparació i replanteig

Esbrossada i replanteig dels fonaments com a pas previ a la realització d'aquests.

#### B.1

##### Execució de la fonamentació

- Excavació del terreny fins la profunditat desitjada (30-40 centímetres)
- Neteja i anivellació de l'excavació
- Col·locació de l'armadura d'acer, si és el cas.
- Vertit del ciment
- Fraguat

La llosa de formigó que conformarà un recrescut sobre el nivell del terreny per evitar l'entrada de petits animals i al mateix temps humitat. Sobre aquesta es procedeix a la realització del mur.

**La llosa exercirà de forjat interior.**

#### B.2.

**Execució de les rases** - faran la funció de fonamentació superficial.

- Excavació de les rases
- Neteja i anivellació de la rasa
- Col·locació de les barres corrugades d'acer ( $\varnothing 8 - 10$ )  
*S'utilitzen pedres d'un tamany similar com a separadors per garantir un recobriment mínim dels corrugats.*
- Col·locació dels corrugats corresponents als pilars  
*En molts indrets ja és comú que les edificacions es construeixin donat una estructura de pilars de ciment i barres de corrugat per guanyar resistència a la compressió que exerceix les càrregues de coberta, deixant enrere un sistema íntegrament muràri.*
- Vertit de ciment
- Fraguat



**Figura 5.2.3.1** Fonamentació de la construcció actual a País Bassari. Execució de rases i col·locació de barres d'acer corrugat, previ replanteig dels fonaments.

FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>

#### C.

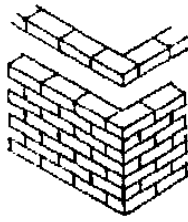
##### Execució del mur

Realització de la primera filada (panys entre pilars).

El bloc de ciment es col·loca segons la llei de trava utilitzant una beurada de ciment com a cohesionant entre ells; i el mateix procediment s'utilitza per a l'execució de les particions interiors.

S'aplica amb el palí el morter sobre la cara superior de la filada formant dues línies paral·leles en cadascun dels extrems de la cara, es col·loca el bloc de la següent filada i es mou repetidament per estendre bé el morter aplicat per a que es reparteixi de manera homogènia i la cohesió entre blocs sigui òptima.

La resolució de les cantonades quan es treballa amb elements de fàbrica relativament petits és la mateixa que en el cas dels blocs d'adob. Es pot veure en el següent esquema:



**Figura 5.2.3.2.** Solució de la cantonada dels murs. Bloc de ciment i divisòria interior.

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend



**Figura 5.2.3.3.** Divisòria interior doble de bloc de ciment.

FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>

#### D.

##### Obertures

Per a la fàcil execució de finestres i portes, normalment s'alineen en la part superior de manera que es realitza **una biga de vora** que habitualment s'executa de forma continua en tot el perímetre, tot i que en aquest tipus de construcció el material i la tecnologia et permet realitzar una jàssera de ciment, en un pany concret de manera puntual sense penalitzar l'estabilitat del conjunt.

S'aixeca el mur fins l'altura desitjada, es deixa el forat previst per l'obertura, i mitjançant un enforat es procedeix al vertit del morter que conformarà el dintell un cop hagi fraguat. En acabat, es continua l'execució del mur fins l'altura final establerta.



**Figura 5.2.3.4.** Vista exterior d'una edificació actual en construcció a País Bassari.

Visualització de la peça continua de dintell, realitzada amb morter de ciment.

FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>

#### E.

##### Realització de l'acabat exterior.

Es necessari que la superfície estigui neta de pols i hidratada prèviament al moment de l'aplicació del morter per evitar excessives retraccions donades les altes temperatures.

L'Arrebossat és amb base de ciment per augmentar la resistència a la humitat i d'aquesta manera aconseguir un acabat més estanc.



**Figura 5.2.3.5.** Vista exterior d'una edificació actual: mur exterior de bloc de ciment / revestiment amb morter de ciment

FONT: <http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/>



**F.**

**Tasques d'execució de l'estructura de la coberta.**

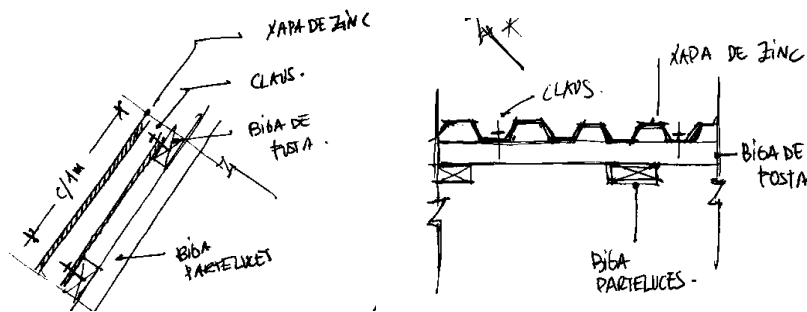
- Col·locació de les bigues principals en la direcció de llum més curta. Es recolzen sobre un llit de morter que les fixen directament al mur.
  - Col·locació de les bigues secundàries (o "parte luces") en l'altre direcció, per garantir l'estabilitat estructural de l'element de coberta i tenir suficients punts de recolzament per a la col·locació de la placa d'acabat.
- La unió de les biguetes amb l'estructura principal de la coberta es realitza per mitjà de claus.

Normalment, aquestes construccions culminen amb una coberta a una o dues aigües, per la facilitat de la tecnologia constructiva.

**G.**

**Acabat exterior de coberta**

Col·locació sobre l'estructura prèviament executada de la planxa de zinc que s'utilitza com a acabat final de coberta; segons el següent detall:

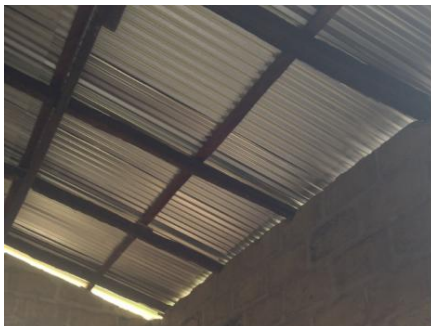


**Figura 5.2.3.6.** Detall constructiu de la tipologia de coberta actual.

Xapa de zinc clavada amb mitjans mecànics manuals a l'estructura de coberta prèviament executada.

FONT: pròpia

ELABORACIÓ: pròpia



**Figura 5.2.3.7.** Vista interior d'una coberta de xapa de zinc.

Ziguinchor, Regió de Ziguinchor, Baixa Casamance, Senegal.

FONT: pròpia

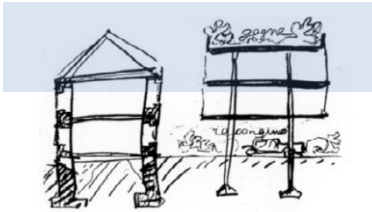
### 6 TECNOLOGIA CONSTRUCTIVA ONGDs

#### COM HO FAN AMB ELS NOUS MATERIALS INTRODUÏTS + NOU CONEIXEMENT?

#### CONSTRUCCIÓ ACTUAL DE LES ONGDs

#### 6.1. RELACIÓ MATERIALS – ELEMENT CONSTRUCTIU

##### COBERTA

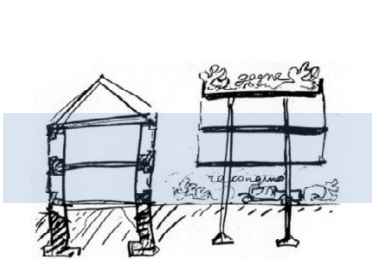


##### MURS

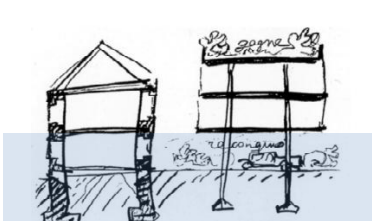


Figura 6.1.1. Relació entre els materials constructius utilitzats i el seu ús en la construcció actual a País Bassari.

FONT: [www.google.com](http://www.google.com) / Esquema de tipologies estructurals de Le Corbusier. /imatges pròpies i IJG ELABORACIÓ: pròpia



##### FONAMENTACIÓ



## 6.2. POSTA EN OBRA

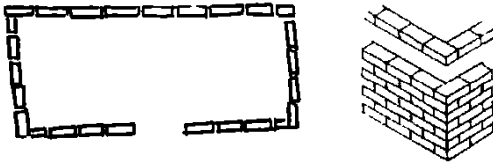
### 6.2.1. FORMA I ESTRATÈGIES

---

#### FORMA

L'edificació actual es realitza majoritàriament amb formes rectangulars donat que existeix una clara tendència a agrupar el nucli familiar sota un mateix sostre, i això permet estructurar l'edificació i descomposar-la en petits espais interiors.

Aquest canvi ve determinat també per l'aparició de mobiliari, la col·locació del qual era difícil en els petits nuclis circulars dels quals es composaven els assentaments.



**Figura 6.2.2.1.** Esquema de resolució de les cantonades dels murs de fàbrica d'adob. Segons la llei de traves.

FONT: Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

#### ESTRATÈGIES

##### **APORTACIÓ DE NOU CONEIXEMENT TÈCNIC**

**1** Introducció d'estratègies bioclimàtiques i optimització d'altres que ja eren d'aplicació: inèrcia tèrmica, protecció de la radiació solar i ventilació, principalment.

**2** Perfecció de sistemes constructius autòctons millorant les prestacions dels materials i en conseqüència dels elements tradicionals, introduint nous materials, per a la resolució de diferents punts de desconfort com per exemple problemes d'humitat, pèrdua de material, presència de tèrmits, etc.

Els estabilitzadors ajuden a millorar les següents funcions:

- Incrementar la resistència a compressió
- Reduir la tendència a disgregar-se ja que fa d'aglomerant entre les partícules de terra
- Reduir o eliminar l'absorció d'aigua segellant els porus buits
- Reduir l'estat d'esquerdes, de manera que podem permetre'ns un cert marge de moviment del terreny
- Reduir l'expansió i la contracció excessiva amb materials fibrosos (palla)

**3** Realització d'una biga de vora per rigiditzar el conjunt muràri i al mateix temps poder realitzar obertures de major tamany sense que el buit suposi una minoració de l'estabilitat del mur.

**4** Construcció d'una fonamentació inexistent en la construcció tradicional que resolgui també els diferents punts de desconfort que es plantegen, principalment humitats.



## 6.2.2.OBTENCIÓ DE MATERIALS I FABRICACIÓ D'ELEMENTS

a. Obtenció dels materials necessaris per a la confecció dels diferents elements constructius: aigua, terra, sorra, grava, palla d'arròs, fusta, etc.

b. Confecció dels blocs d'adob, i d'altres elements necessaris per a la construcció (bigues, pilars, dintells, canyes de bambú, etc).

El detall del procés de la confecció dels blocs d'adob es recull en *l'apartat 3.2\_ Posta en obra apartat > 2.2.2. Obtenció de materials i fabricació d'elements*

**Opció 1 Argila + aigua + palla +- fems + CIMENT (estabilitzador) – tenen indústria cementera**

**Opció 2 Argila + aigua + palla +- fems + CAL (estabilitzador) – tenen recursos**

**Opció 3 Argila + aigua + palla +- fems + PROD. ASFÀLTICS (estabilitzador) – impacte elevat**



**Figura 6.2.2.1.** Transport dels blocs d'adob amb carreta i acopi de blocs posterior a l'assecat dels mateixos.  
FONT: Institut Jane Goodall (IJG), Departament de Bio, Senegal.

c. Transport de tots els elements constructius a la zona de la construcció.

d. Compres d'estris, eines, materials i tots els elements necessaris per acabar la construcció:  
Les compres es realitzen en la capital de comarca, en el cas que ens ocupa: Kédougou.

- Xapes de zinc – importades de Nigèria, normalment.
- Elements metàl·lics
  - Claus
  - Visagres
- Ciment
- Pintura

### 6.2.3. CONSTRUCCIÓ DE SISTEMES

---

#### A.

##### Preparació i replanteig

Esbrossada i replanteig de la fonamentació superficial.

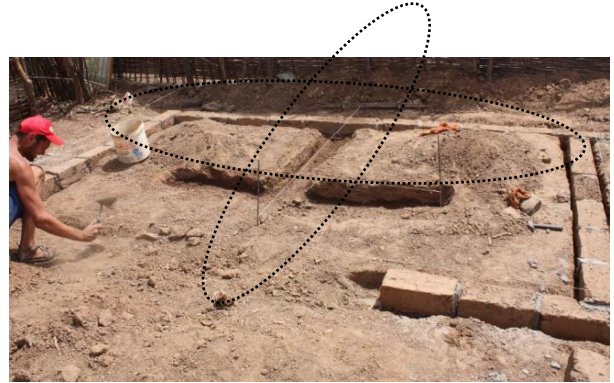
#### B.

##### Excavació rases

Realització de les rases per mitjà d'estris mecànics com per exemple pales, pics, etc. Que faran al funció de fonamentació superficial.



**Figura 6.2.3.2.** Excavació de rases de fonamentació  
FONT: Institut Jane Godall(IJG), Departament de Bio, Senegal.



**Figura 6.2.3.1.** Replanteig i primeres filades  
FONT: Institut Jane Godall(IJG), Departament de Bio, Senegal.

#### C.

##### Anivellació

Vertit del ciment a les rases, d'aquesta manera aconseguim una superfície plana i regular per a la primera filada de fàbrica d'adob i a més ens conforma una barrera que protegeix els murs de les humitats que esdevenien per la filtració de l'aigua per capil·laritat.



**Figura 6.2.3.3.** Vertit del ciment i tasques de col·locació de les primeres filades  
FONT: Institut Jane Godall(IJG), Departament de Bio, Senegal.

#### D.

##### Realització de la primera filada.

La fàbrica d'adob s'anirà col·locant segons la llei de trava amb una beurada de ciment entre blocs; aquesta s'agafarà amb una pala es llençarà amb un cop seca sobre la fàbrica i es fregaran bé els blocs entre ells per repartir bé el morter fins aconseguir que quedi repartit de manera homogènia.

Les cantonades es realitzaran segons el següent detall:



**Figura 6.2.3.4.** Execució de cantonada / execució primera filada (respectivament)

FONT: Institut Jane Godall(IJG), Departament de Bio, Senegal.

## E.

### Realització del forjat interior.

La sobre fonamentació de ciment deixa un espai interior que s'omplirà amb pedres de grans diàmetres i s'anirà reomplint les capes més superficials amb grava i pedres de diàmetre molt petit fins a fer el forjat final.



**Figura 6.2.3.5.** Reblert de pedra entre la sobre fonamentació de ciment i el forjat.

Aquesta pràctica ens permet controlar la humitat que esdevé per capil·laritat

FONT: Institut Jane Godall(IJG), Departament de Bio, Senegal.

## F.

### Execució de murs

S'acaben d'aixecar els murs de fàbrica d'adob, com hem comentat anteriorment, seguint la llei de trava amb una beurada de ciment com a cohesionant.

S'aplica amb el palí el morter sobre la cara superior de la filada formant dues línies paral·leles en cadascun dels extrems de la cara, es col·loca el bloc de la següent filada i es mou repetidament per estendre bé el morter aplicat per a que es reparteixi de manera homogènia i la cohesió entre blocs sigui òptima.

Per a la fàcil execució de finestres i portes, normalment s'alineen en la part superior de manera que es realitza **una biga de vora** que habitualment s'executa de forma continua en tot el perímetre.

S'utilitzen encofrats de fusta per a la realització de la biga.



**Figura 6.2.3.6.** Utilització d'encofrats de fusta per a l'execució de dintells continus de morter de ciment.

FONT: Institut Jane Godall(IJG), Departament de Bio, Senegal.

**G.****Execució de l'estructura de la coberta.**

En molts indrets encara s'utilitzen llistons de fusta si els requeriments mecànics són elevats, però en la majoria d'estructures de cobertes, donat que les càrregues a suportar no són elevades s'utilitzaran canyes de bambú per a la confecció de dita estructura.



**Figura 6.2.3.7.** Vista interior de l'estructura de coberta. Bigues principals de fusta i biguetes de bambú africà. La resolució de les unions es realitza de manera manual per mitjà de claus.

FONT: Institut Jane Godall(IJG), Departament de Bio, Senegal.

La unió de l'estructura secundària, que en aquest cas són canyes de bambú, amb l'estructura principal de la coberta, que en aquest cas són llistons de fusta, es realitza per mitjà de claus.

Cal tenir en compte el tipus d'espècie i el diàmetre de les canyes, perquè la secció resistent d'aquestes pot no ser suficient per a suportar les càrregues de la coberta.

La forma de la coberta vindrà donada en funció de la forma de la planta, i per tant, la resolució de cadascuna de les tipologies serà diferent..

Es poden veure alguns exemples en els apartats anteriors i també en l'**annex 2\_Construccions properes**.

**H.****Acabat de coberta**

Col·locació dels feixos de palla des de la part inferior a la superior per poder executar el solapament de manera correcta.

Es fixen segons el procediment explicat en l'**apartat 3\_Tecnologia constructiva tradicional a País Bassari**.

Imatges i detalls d'una coberta a **dues aigües** segons la tècnica del solapament:



**Figura 6.2.3.8.** Construcció de sostre de palla d'arròs amb poc pendent / Estació biològica de Fouta Djallon. Visualització de la biga cumbreira; detall constructiu d'aquesta

FONT: Institut Jane Godall(IJG), Departament de Bio, Senegal.

Johan Van Legend (1982), Manual del Arquitecto Descalzo, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.



## 7 LLISTAT DE FIGURES

Figura 3.1.1. Relació entre els materials constructius utilitzats i el seu ús en la construcció tradicional a País Bassari. ....	5
Figura 3.2.1.1. Esquema d'una planta circular de bloc.....	6
Figura 3.2.1.2. Esquema de la variant més comú de la tipologia constructiva. Presència de la zona d'amortització. ....	6
Figura 3.2.1.3. Construcció tradicional de pedra.....	6
Espessor del mur $e=0,4m$ .....	6
Figura 3.2.1.4. Doble mur. ....	7
Figura 3.2.1.5. Obertures de ventilació. ....	7
Figura 3.2.2.1 Motlle individual.....	8
Figura 3.2.2.2. Esquema de diferents tipologies de motlles .....	8
Figura 3.2.2.3 Esquema del procés de conformació dels blocs d'adob.....	9
Figura 3.2.2.4. Esquema dels resultats després del procés d'assecat .....	9
Figura 3.2.2.5. Confecció i acopi dels blocs. ....	9
Figura 3.2.2.6. Transport del bloc d'adob fins la zona d'obres.....	10
Figura 3.2.2.7. Feixos de palla d'arròs durant el procés d'assecat. ....	10
Figura 3.2.3.1 Replanteig del perímetre i construcció del mur d'adob / detall constructiu arrencada del mur. ..	11
Figura 3.2.3.2. Esquema en planta d'una edificació amb doble mur .....	11
Figura 3.2.3.3. Peça dintell confeccionat amb fusta.....	12
Figura 3.2.3.4. Esquema de la col·locació del dintell en un mur d'adob. ....	12
Figura 3.2.3.5. Construcció de l'espai d'amortització; mur exterior. ....	12
Figura 3.2.3.6. Col·locació de les branques principals (bigues) de la coberta segons la tradició constructiva [esquerra] / Detall de la disposició de les branques [dreta] .....	13
Figura 3.2.3.7. Lligat manual del conjunt de bigues amb corda i col·locació de les biguetes o branques secundàries.....	13
Figura 3.2.3.8. Lligat manual de les branques secundàries amb les branques principals de l'estructura d coberta. ....	13
Figura 3.2.3.9.. Detall del lligat de les canyes principals de coberta. ....	14
Figura 3.2.3.10. Estructura de coberta d'una construcció típica a País Bassari recolzada sobre pilars .....	14
Figura 3.2.3.11. Tècnica 1 - Esquema de col·locació dels feixos de palla d'acabat de coberta. ....	15
Figura 3.2.3.12 Tècnica 2 - Esquema de col·locació dels feixos de palla d'acabat de coberta. ....	15
Figura 3.2.3.13. Procés d'execució de l'acabat de palla de coberta.....	15
Figura 3.2.3.14. Reparació de l'acabat de coberta donat una patologia d'humitat. ....	15
Figura 3.2.3.15. Edificació acabada .....	15
Figura 4.1.1. Relació entre els materials constructius utilitzats i el seu ús en la construcció actual a País Bassari. ....	16
Figura 4.2.1.1. Esquema de resolució de les cantonades dels murs de fàbrica d'adob. ....	17
Figura 4.2.1.2. Biga de vora. ....	17
Figura 4.2.2.1. Acopi de blocs posterior a l'assecat dels mateixos.....	18
Figura 4.2.2.2. Realització d'un bloc de BTC. ....	18
Figura 4.2.2.3. Construcció d'un mur de Tapial al .....	18
Figura 4.2.3.1 Fonamentació mur de BTC .....	19
Figura 4.2.3.2. Mur de tapial en la seva arrencada. ....	19
Figura 4.2.3.3. Axonometria de l'arrencada d'un mur de tapial. ....	19
Figura 4.2.3.4. Biga perimetral continua .....	20
Figura 4.2.3.5. Dintells en un mur de tapial .....	20
Figura 4.2.3.6. Dintells en un mur de tapial .....	20
Figura 4.2.3.7. Tipologies de cobertes habituals vistes en planta. ....	20
Figura 4.2.3.8. Construcció d'una coberta de fusta i palla a Benin .....	21
Figura 4.2.3.9. Detall del recolzament de l'estructura de coberta amb el mur.....	21
Figura 4.2.3.10. Detall de l'estructura de coberta i col·locació de l'acabat exterior de palla d'arròs en un punt singular de la cunbrera. ....	21
Figura 4.2.3.11. Esquema de diferents resolucions de coberta .....	22

Figura 4.2.3.12. Acabat exterior continu de canya de bambú.....	22
Figura 4.2.3.13. Acabat exterior de teules fetes de bambú .....	22
Figura 5.1.1. Relació entre els materials constructius utilitzats i el seu ús en la construcció actual a Pais Bassari. .....	23
Figura 5.2.1.1 Esquema de resolució de les cantonades dels murs de fàbrica d'adob. ....	24
Figura 5.2.2.1. Localització de Nigèria respecte del Pais Bassari.....	25
Figura 5.2.2.2. Localització del nucli comercial més proper a la zona d'aplicació del projecte (Dindéfélo). ....	25
Figura 5.2.3.1 Fonamentació de la construcció actual a Pais Bassari.....	26
Figura 5.2.3.2. Solució de la cantonada dels murs. Bloc de ciment i divisòria interior. ....	27
Figura 5.2.3.3. Divisòria interior doble de bloc de ciment.....	27
Figura 5.2.3.4. Vista exterior d'una edificació actual en construcció a Pais Bassari .....	27
Figura 5.2.3.5. Vista exterior d'una edificació actual: mur exterior de bloc de ciment / revestiment amb morter de ciment.....	27
Figura 5.2.3.6. Detall constructiu de la tipologia de coberta actual.....	28
Figura 5.2.3.7. Vista interior d'una coberta de xapa de zinc. ....	28
Ziguinchor, Regió de Ziguinchor, Baixa Casamance, Senegal.....	28
Figura 6.1.1. Relació entre els materials constructius utilitzats i el seu ús en la construcció actual a Pais Bassari. .....	29
Figura 6.2.2.1. Esquema de resolució de les cantonades dels murs de fàbrica d'adob. ....	30
Figura 6.2.2.1. Transport dels blocs d'adob amb carreta i acopi de blocs posterior a l'assecat dels mateixos. ...	31
Figura 6.2.3.1. Replanteig i primeres filades .....	32
Figura 6.2.3.2. Excavació de rases de fonamentació .....	32
Figura 6.2.3.3. Vertit del ciment i tasques de col·locació de les primeres filades .....	32
Figura 6.2.3.4. Execució de cantonada / execució primera filada (respectivament) .....	33
Figura 6.2.3.5. Reblert de pedra entre la sobre fonamentació de ciment i el forjat. ....	33
Figura 6.2.3.6. Utilització d'encofrats de fusta per a l'execució de dintells continus de morter de ciment. ....	33
Figura 6.2.3.7. Vista interior de l'estructura de coberta. ....	34
Figura 6.2.3.8. Construcció de sostre de palla d'arròs amb poc pendent / Estació biològica de Fouta Djallon...	34

## 8 BIBLIOGRAFIA

### CASA TRADICIONAL CIRCULAR

[<http://>] **BLOG**, La Case Senegalaise

<http://aventure-pere-fils.e-monsite.com/pages/la-case-senegalaise.html>

### PALLA

[**Revista on-line**] **Tectonica BLOG**, palla

<http://tectonicablog.com/?p=64602>

<http://tectonicablog.com/?p=65516>

[<http://>] **Centro de industria y construcción**, Preparación de superficies y aplicación de acabados

[http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/8830/preparacion\\_superficies.html](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/8830/preparacion_superficies.html)

### MANUALS CONSTRUCTIUS

[<http://>] **Ecohabitar**, Descarrega de documents tècnics

<http://www.ecohabitar.org/documentos/>

## DENSITATS

[[http://](http://cte-web.iccl.es/materiales.php?a=1)] **CTE**, Código Técnico de la Edificación  
<http://cte-web.iccl.es/materiales.php?a=1>

## FUSTA EUCALIPTUS

[[http://](http://es.scribd.com/doc/38685975/Manual-de-la-Madera-de-Eucalipto-Blanco)] **Scribd**, Manual de la madera de Eucalito Blanco  
<http://es.scribd.com/doc/38685975/Manual-de-la-Madera-de-Eucalipto-Blanco>

## BAMBÚ

[[http://](http://www.ecosur.org/index.php/ecomateriales/cal,-ladrillo,-bamb%C3%BA...)] **ECOSUR**, Ecomateriales  
<http://www.ecosur.org/index.php/ecomateriales/cal,-ladrillo,-bamb%C3%BA...>

[[http://](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2009000300001&script=sci_arttext)] **Article, Maderas**, Cienc. tecnol. v.11 n.3 Concepción 2009, Maderas. Ciencia y tecnología 2009; 11(3): 171-182  
*Exploratory study of the glued laminated bamboo Guadua angustifolia as a structural material* , Luis Felipe Lopez i Juan Francisco Correal  
[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2009000300001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2009000300001&script=sci_arttext)

## [Testimonis]

**Familia Tamba**

Cherif Toumany Tamba, Anine  
s/c de Seydou Sané; Ziguinchor; b/p 353  
Ziguinchor, Senegal  
Familia d'acollida

**Voluntaris de l'Institut Jane Goodall (IJG)**

Residents a Dindéfélo, regió de Kédougou  
Dos anys o més

**Abdou Mawa Ndiaye**

Senegalès resident a Barcelona  
Tècnic del departament de Juventut de la Generalitat de Barcelona desde l'any 2000.

**Patricia Font Martin**

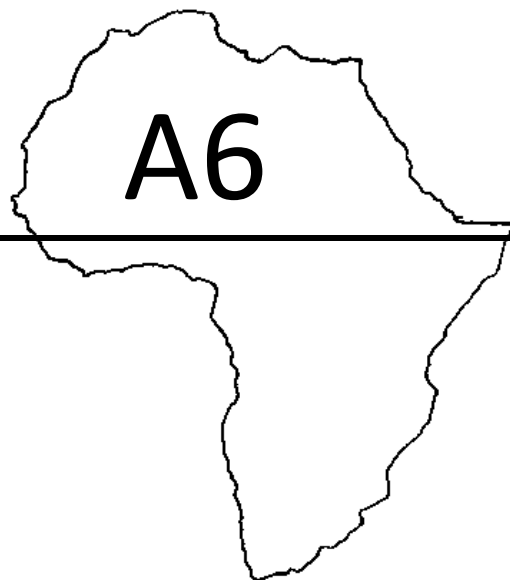
Experiència 1 mes al sud de Senegal  
Ziguinchor, Oussouye, Bignona, Kolda, Tambacounda, Kédougou





ACV. Anàlisi del Cicle de Vida

---





## ANNEX 6

## ÍNDEX

ANNEX 6 .....	1
ÍNDEX.....	1
1 OBJECTIU .....	3
2 METODOLOGIA.....	3
2.1. UNITAT FUNCIONAL.....	4
2.2. DESCRIPCIÓ DELS SISTEMES D'ESTUDI .....	4
2.3. DADES DE L'INVENTARI DEL SISTEMA CONSTRUCTIU TRADICIONAL .....	6
2.4. DADES DE L'INVENTARI DEL SISTEMA CONSTRUCTIU ACTUAL D'ONGDs.....	7
2.5. DADES DE L'INVENTARI DEL SISTEMA CONSTRUCTIU ACTUAL.....	8
2.6. DADES DE L'INVENTARI DE TRANSPORTS .....	8
3 CATEGORIES D'IMPACTE CONSIDERADES .....	9
4 RESULTATS ReCiPe.....	10
5 ANÀLISIS DELS RESULTATS.....	16
6 LLISTAT DE FIGURES.....	17
7 LLISTAT DE TAULES .....	17
8 LLISTAT DE GRÀFICS.....	17
9 BIBLIOGRAFIA .....	17



## ANÀLISI DEL CICLE DE VIDA I COMPARATIVA DE LES TIPOLOGIES CONSTRUCTIVES TRADICIONAL, D'ONGDs I ACTUAL A PAÍS BASSARI

---

### 1 OBJECTIU

L'Objectiu d'aquest annex és presentar l'estudi d'impactes ambientals associats de tres sistemes constructius, que s'han definit en el cos del treball : sistema constructiu tradicional, sistema constructiu actual d'ONGDs i sistema constructiu actual. I fer una comparativa entre ells per poder prendre decisions de cara a una futura proposta de millora de l'actual pràctica constructiva tenint en compte les càrregues ambientals dels materials utilitzats i pròpiament de cadascun dels sistemes tractats.

### 2 METODOLOGIA

La metodologia utilitzada per a la realització d'aquest estudi ha estat la que es descriu a la ISO 14040 sobre l'Anàlisi del Cicle de Vida. Aquesta recull el marc general, els principis i les necessitats bàsiques per a la realització d'un ACV, sense entrar en detall en la tècnica emprada per dit anàlisi.

En l'estudi es tracten quatre punts: i) objectius i abast de l'estudi, ii) anàlisi de l'inventari, iii) anàlisi de l'impacte i iv) interpretació de resultats.

L'estudi realitzat sobre aquestes tres tipologies no és fidel a la realitat al cent per cent, donat que la base de dades utilitzada, *Ecoinvent3*, té molt poca informació al respecte de materials, processos i transports referents al continent africà.

Així doncs, per a la realització del segon punt, *anàlisi de l'inventari*, que recull totes les *càrregues ambientals\** han estat necessari prendre una sèrie de consideracions per tal de que l'estudi s'ajustés al màxim a la realitat:

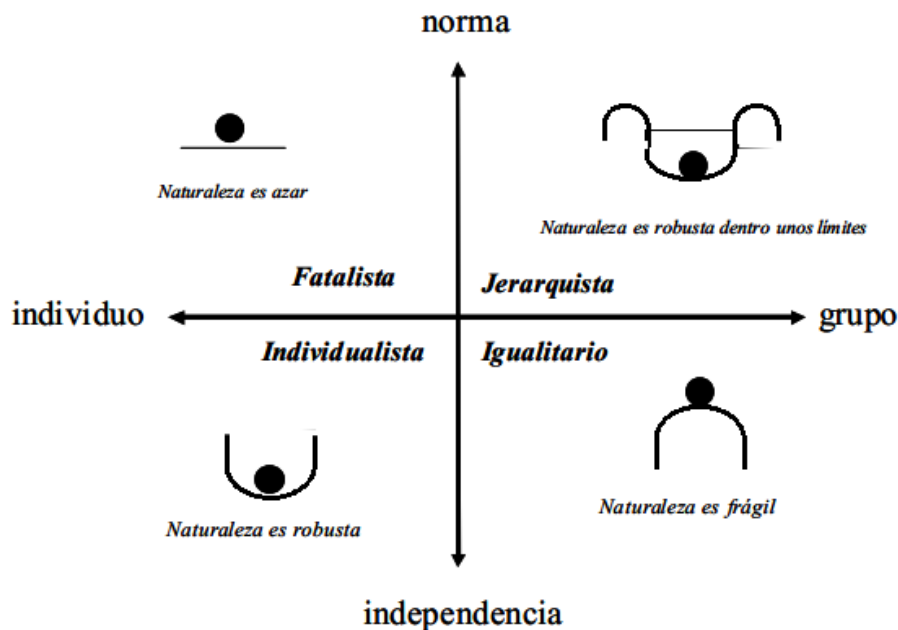
- Elecció d'entrades ( *E* ) incloses en el mercat global **[GLO]**  
Quan es tracti de processos o materials que, dins de la construcció a localitzada a Senegal, s'adquireixen al mercat global.
- Elecció d'entrades ( *E* ) considerades a nivell mundial **[ROW]**  
Quan es tracti de processos o materials dels quals no es tenen dades respecte de Senegal [SN], es referencien, doncs, al món.

*\*Les dades i procediments de càlcul per poder identificar i quantificar els efectes ambientals adversos associats a la unitat funcional*

Per a la realització del ACV es prenen eleccions i es terminen hipòtesis de manera subjectiva establint, per exemple, els límits del sistema, escollint la font de dades, inclòs poden arribar a tenir un punt de subjectivitat els indicadors triats per a l'estudi.

És per aquest motiu que és important determinar quina concepció de la natura té el grup social de la zona on està localitzat el projecte.

En el nostre cas hem determinat que la percepció sigui **jeràrquica** (*hierarchist*): els individus que pertanyen a aquest grup social conceben de manera clara que pertanyen a aquest grup. La concepció que tenen de la natura és **robusta** dins d'uns límits que han de ser controlats pel govern. Tot i que a aquest punt s'hi ha arribat després d'un llarg camí amb una percepció totalment **individualista** (es mostrava una actitud individualista e independent motivada principalment per al profit personal; d'aquesta manera es concebia la natura com algo **robust** capaç d'adaptar-se als possibles impactes generats) fins que s'han fet pal·les efectes molt clars de les carregues ambientals, com es el cas concret de la desforestació, i s'ha entès com a necessària la regulació per part del govern i la legislació.



**Figura 2.0** Classificació de grups socials segons la actitud adoptada en front a la submissió al grup i a la normativa.

FONT: <http://www.tdx.cat/>

## 2.1. UNITAT FUNCIONAL

La unitat funcional definida per a la realització de l'Anàlisi de Cicle de Vida ha estat el metre quadrat habitable de cadascun dels sistemes. Així doncs s'han llistat els Kg necessàries per construir 1m2 habitable en cadascun dels casos tractats.

## 2.2. DESCRIPCIÓ DELS SISTEMES D'ESTUDI

Es poden veure en la següent figura (**figura 2.1**) els diagrames de flux dels sistemes estudiats, així com els límits d'estudi que s'han fixat per determinar l'abast de l'anàlisi realitzat.

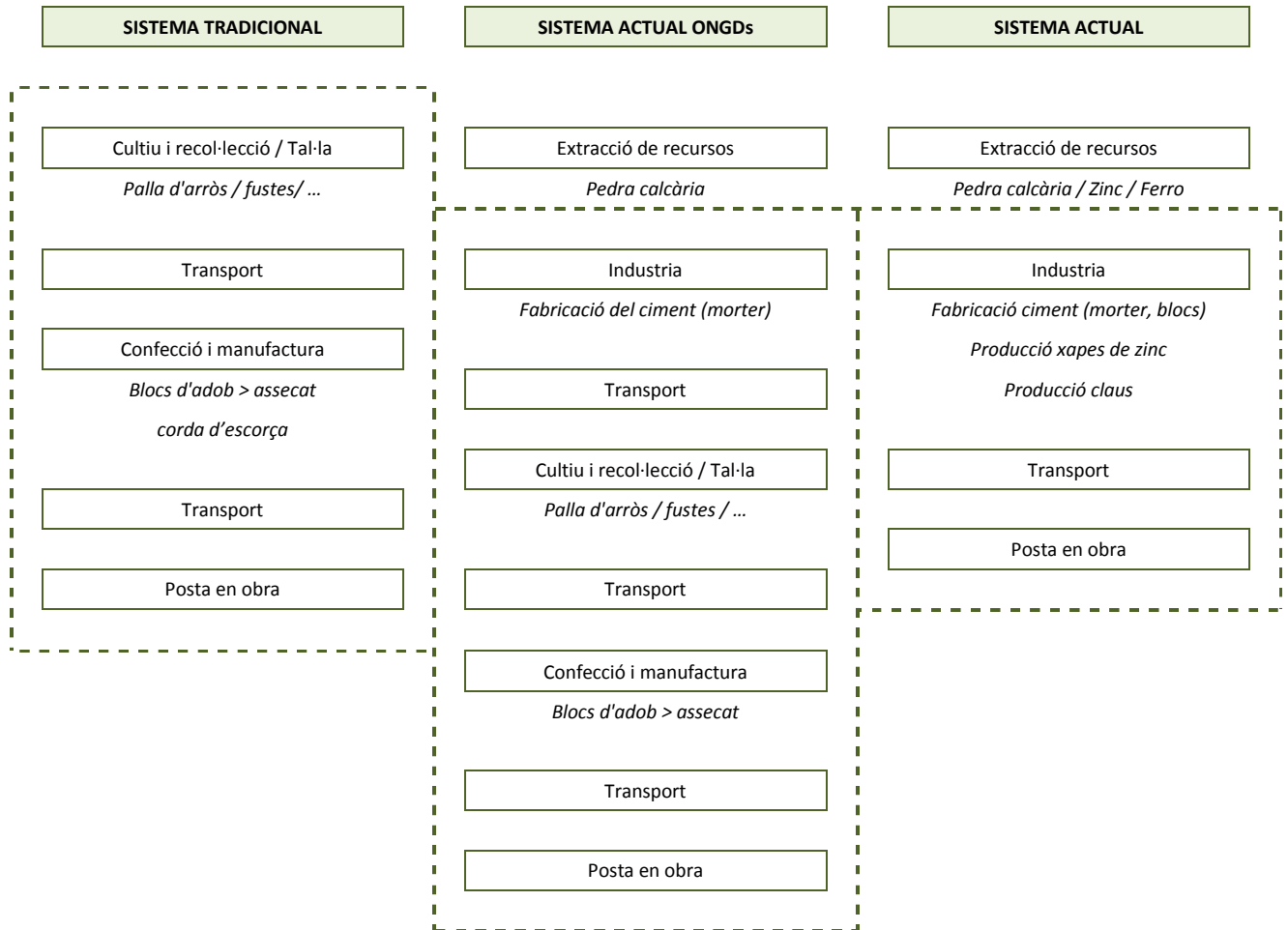
Com es pot observar queda fora de l'abast de l'estudi els processos d'extracció de matèries primeres.

Per al sistema Tradicional, d'ara en endavant TRAD, i al sistema Actual ONGDs, d'ara en endavant ONGD, s'inclourà en l'anàlisi el cultiu i la recollida d'arròs del qual se n'extreu la palla per a la realització de diferents elements constructius (*veure Apartat 7 (memòria) – construcció tradicional a País Bassari, i l'apartat 8 (memòria) – construcció actual a País Bassari*).

S'inclouran també, l'impacte associat a la desforestació dels boscos i camps relacionats amb la tal·la d'arbres per a productes de la construcció.

Per al sistema ONGD i per al sistema Actual, d'ara en endavant, ACT, s'inclourà en l'anàlisi el sistema de producció de ciment (*Industria*), i en el sistema ACT s'inclouran també les tasques de producció de la xapa de zinc.

En qualsevol cas, es consideraran els impactes associats a cadascuna de les activitats i materials per a la construcció d'1m2 habitable d'edificació. No obstant, s'exclouran tots els impactes associats a les activitats d'extracció de matèries primes.



**Figura 2.1** Diagrames de flux dels sistemes estudiats i determinació de l'abast de l'estudi (Elaboració pròpia)

## 2.3. DADES DE L'INVENTARI DEL SISTEMA CONSTRUCTIU TRADICIONAL

Per a la realització de les medicions de l'edificació tradicional ha estat de gran ajuda la informació aportada per *Abdou Mawa Ndiaye*, tècnic de l'Agència Catalana de Joventut de la Generalitat de Barcelona, que ha permès contrastar la informació teòrica de diferents manuals constructius.

m2 Totals = 28,27	U	[m]			[m3]	Kg/m3	Kg	Kg/m2	Anotacions
		a	b	h	V	densitat			
<b>Arrebossat d'argila</b>	1	0,015	1	1	0,015	1300		19,5	
( R ) Water, river, SN ( R ) Clay, unespecificated ( R ) Sand									
<b>Mortor d'argila</b>	20	0,03	1	0,1	0,06	1300		78	
( R ) Water, river, SN ( R ) Clay, unespecificated ( R ) Sand									
<b>Bloc d'Adob</b>	100	0,2	0,1	0,05	0,1	1500		150	1,5 g/u
( R ) Water, river, SN ( R ) Clay, unespecificated ( R ) Sand							0,3 1,2		
<b>Corda d'escorça</b>	1							0,25	
( E ) Unkown land use [RoW]									Contempla la deforestació
<b>Fusta d'eucalyptus TRAD, ONGD</b>									
Ø8 30	0,25	6	0,03	1,35	750	1012,5		35,82	
Ø4 60	0,125	10	0,02	0,025	750	1136,97		39,79	
								75,61	
( E ) Unknown land use [RoW]									Contempla la deforestació
<b>Palla</b>	40	30			1200	0,04	48	1,70	És computa un factor proporcional a la producció d'arròs*
( E ) Rice [RoW]   Product									

[RoW] = Rest of the World

[GLO] = Mercat global

**Figura 2.2** Medicions per a la construcció d'1m2 d'edificació TRAD.

Referència de Recursos i Entrades de la base de dades EcoInvent3. (Elaboració pròpia)

FONT: *Manual del Arquitecto descalzo*, Johan Van Legen, Ed. Concepto SA / Abdou Mawa Ndiaye / Base de dades Econivent3, Simapro.

\*Per saber la quantitat de palla que s'extreu del cultiu d'arròs s'ha utilitzat com a referència el cas d'estudi realitzat per *Rosario Vidal, Pilar Martínez i Daniel Garrain* anomenat *Life Cycle assessment of composite materials made of recycled thermoplastics combined with rice husks and cotton linters*, editat per Joerg Schweinle, publicat el 4 de desembre de 2008 ©.

La relació utilitzada és la següent:

$$0.2 \times 1.4285$$

Donat que el cultiu d'arròs (considerat la totalitat) produeix de respectivament un 70% d'arròs i un 20% de palla. El valor de 1.4285 s'ha obtingut de proporcionar les dades en funció de la quantitat requerida per a la producció d'1Kg d'arròs.



## 2.4. DADES DE L'INVENTARI DEL SISTEMA CONSTRUCTIU ACTUAL D'ONGDs

Per a la realització de les medicions de l'edificació actual que duen a terme les ONGDs ha sigut molt important el feedback d'informació amb el departament de Bio construcció de l'Institut Jane Godall que està realitzant treballs en la línia de construcció en la actualitat a País Bassari.

m2 Totals = 28,27	U	[m]			[m3]	Kg/m3	Kg	Kg/m2	Anotacions
		a	b	h	V	densitat			
<b>Mortor de ciment</b>	5	0,2	1	0,03	0,03	1900		57	
<b>Ciment sobre fonamentació</b>	1	22	0,1	0,3	0,66	1900	1254	44,36	
								101,36	
<i>( E ) Cement mortar [GLO]   Market for  </i>									<i>Transport inclòs</i>
<b>Bloc d'Adob</b>	100	0,2	0,1	0,05	0,1	1500		150	1,5 Kg/u
<i>( R ) Water, river, SN</i>									
<i>( R ) Clay, unespecificated</i>									0,3
<i>( R ) Sand</i>									1,2
<b>Arrebossat de ciment</b>	1	0,015	1	1	0,015	1900		28,05	
<i>( E ) Base plaster [GLO]   Market for  </i>									
<b>Claus (unions clavades)</b>	1							1,5	
<i>( E ) Ferrite [GLO]   Market for  </i>									<i>Transport inclòs</i>
<b>Fusta d'eucalyptus TRAD, ONGD</b>									
	Ø8 30	0,25	6	0,03	1,35	750	1012,5	35,82	
<i>( E ) Unknown land use [RoW]</i>									<i>Contempla la deforestació</i>
<b>Carpinteria de fusta</b>									
	Porta 1	0,05	0,6	1,9	0,057	750	42,75	1,51	
	Finestres 4	0,03	0,4	0,4	0,019	750	14,4	0,51	
								2,02	<i>Contempla la deforestació</i>
<b>Grava</b>	1	22	0,4	0,3	2,64	1900	5016	177,43	
<i>( E ) Gravel, rounf [RoW]</i>									
<b>Palla</b>	40	30			1200	0,04	48	1,70	<i>És computa un factor proporcional a la producció d'arròs*</i>
<i>( E ) Rice [RoW]   Product  </i>									

[RoW] = Rest of the World

[GLO] = Mercat global

**Figura 2.3** Medicions per a la construcció d'1m2 d'edificació ONGDs.

Referència de Recursos i Entrades de la base de dades EcoInvent3. (Elaboració pròpia)

FONT: Departament de Bio construcció d l'Institut Jane Godall (IJG) / Base de dades Econivent3, Simapro

\*Per saber la quantitat de palla que s'extreu del cultiu d'arròs s'ha utilitzat com a referència el cas d'estudi realitzat per Rosario Vidal, Pilar Martínez i Daniel Garraín anomenat *Life Cycle assessment of composite materials made of recycled thermoplastics combined with rice husks and cotton linters*, editat per Joerg Schweinle, publicat el 4 de desembre de 2008 ©.

La relació utilitzada és la següent:

$$0.2 \times 1.4285$$

Donat que el cultiu d'arròs (considerat la totalitat) produeix de respectivament un 70% d'arròs i un 20% de palla. El valor de 1.4285 s'ha obtingut de proporcionar les dades en funció de la quantitat requerida per a la producció d'1Kg d'arròs.

Cal mencionar que per a fer el càlcul del sistema constructiu actual de les ONGDs no s'ha pogut computar l'impacte referent al bambú perquè la base de dades no té informació suficient. Tot i així les informacions que és barallen a nivell global (en institucions com l'INBAR, Red Internacional de Bambú i Rattan) apunten al bambú

com un material de ràpida regeneració si es respecten els temps de cultiu i recollida, per la qual cosa sobre els ecosistemes la repercussió hauria de ser molt reduïda i afectar sobre la salut de les persones el mínim possible. El concepte que faria elevar la càrrega ambiental associada a l'element de bambú segurament seria el transport.

## 2.5. DADES DE L'INVENTARI DEL SISTEMA CONSTRUCTIU ACTUAL

Per a la realització de les medicions de l'edificació tradicional ha estat de vital importància la informació aportada per *Abdou Mawa Ndiaye*, tècnic de l'Agència Catalana de Joventut de la Generalitat de Barcelona i ajudant en diverses empreses de construcció a Senegal, coneixedor de primera mà la realitat constructiva del país.

m2 Totals = 28,27	U	[m]			[m3]	Kg/m3	Kg	Kg/m2	Anotacions
		a	b	h	V	densitat			
<b>Llosa de fonamentació</b>	1	8	5	0,3	12	2000	24000	848,96	
<i>( E ) Poor Concrete [GLO]   Market for  </i>									
<b>Morter de ciment</b>	5	0,2	1	0,03	0,03	1900		57	
<i>( E ) Cement mortar [GLO]   Marjet for  </i>									
<b>Bloc de ciment</b>	12,5	0,4	0,2	0,2	0,2	2000		400	
<i>( E ) Concret Block production [GLO]   market for</i>									
<b>Arrebossat de ciment</b>	1	0,015	1	1	0,015	1900		28,05	
<i>( E ) Base plaster [GLO]   Market for  </i>									
<b>Claus (unions clavades)</b>	1							1,5	
<i>( E ) Ferrite [GLO]   Market for  </i>									
<b>Fusta d'eucalyptus (-60% TRAD)</b>								38,53	
<i>( E ) Unknown land use [RoW]</i>									
<b>Carpinteria de fusta</b>									
Porta	1	0,05	0,6	1,9	0,057	750	42,75	1,51	
Finestres	4	0,03	0,4	0,4	0,019	750	14,4	0,51	
								2,02	
<i>Contempla la deforestació</i>									
<b>Acer corrugat</b>									
Ø10 = 0,62 Kg/m	1	148	0,62				91,76	3,25	
<i>( E ) Steel, unalloyed [GLO]   Market for  </i>									
<b>Xapa de Zinc</b>	1	0,02	7	9	1,26	7140	8996,4	318,23	
<i>( E ) Titanium zinc plate [GLO]   Market for  </i>									
<i>Contempla la deforestació</i>									

**Figura 2.4** Medicions per a la construcció d'1m2 d'edificació ACT.

Referència de Recursos i Entrades de la base de dades EcoInvent3. (Elaboració pròpia)

FONT: *Manual del Arquitecto descalzo*, Johan Van Legen, Ed. Concepto SA / Abdou Mawa Ndiaye / Base de dades Econivent3, Simapro.

## 2.6. DADES DE L'INVENTARI DE TRANSPORTS

Els transports considerats han estat aquells que intervenen en alguns dels processos dels sistemes estudiats però que no estan inclosos en les Entrades ( E ) de la base de dades EcoInvent3, com es pot veure a la següent figura (**figura 2.5**) i s'han creat expressament per contabilitzar-los en l'inventari per a que el seu impacte ambiental associat sigui computable en cada cas.

Matèria	Descripció	Distància*
Blocs de ciment	Transport, freight, lorry >32 metric tones, EURO 3 [GLO]   Market for	699 km
Ciment	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric tones, EURO 3 [GLO]   Market for	699 km
Fusta	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric tones, EURO 3 [GLO]   Market for	15 km
Carpinteries	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric tones, EURO 3 [GLO]   Market for	42,6 km
Palla	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric tones, EURO 3 [GLO]   Market for	30 km
Grava	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric tones, EURO 3 [GLO]   Market for	36,2 km
Xapa de Zinc	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric tones, EURO 3 [GLO]   Market for	km

\*Distàncies de referència des de País Bassari.

**Figura 2.5** Distàncies i tipus de transport sistemes ONGD i ACT.

FONT: Base de dades Econivent3, Simapro.

En el sistema TRAD el transport el realitzaven els propis constructors, entenent com a constructors aquells membres del poble que participaven en la construcció de la casa, no un tècnic professional de la construcció. Aquest transport es realitzava pels propis membres o per mitjà de carretes simples en funció del material o l'objecte a transportar. Així doncs, s'ha decidit que la construcció d'una carreta simple, no es computi, en part per falta de dades respecte al continent africà.

En referència a les altres dues tipologies ONG i ACT s'han computat els transports de cada material o element constructiu des dels diferents punts de distribució fins a País Bassari donat que els transports inherents a la producció dels materials i elements tractats estan inclosos en les entades determinades per a l'anàlisi.

### 3 CATEGORIES D'IMPACTE CONSIDERADES

Per a l'anàlisi s'ha utilitzat el Mètode ReCiPe (Mètode Endpoint), d'entre tots els mètodes de càlcul que ofereix el software SimaPro.

L'objectiu del mètode és transformar els resultats de l'inventari del cicle de vida en unes categories d'impacte que ens permetin mesurar l'impacte associat.

Aquest mètode té la particularitat que utilitza tres indicadors endpoint (puntuació única) que permet fer una lectura dels resultats més entenedora.

#### 18 Categories d'impacte Midpoint

3 indicadors Endpoint	Impacte sobre els Recursos	Increment de costos
	Impacte sobre els Ecosistemes	Disminució del nombre d'espècies en 1 any
	Impacte sobre la salut humana	Disminució dels anys de vida

En la següent figura (**Figura 3.1**) es pot observar l'estructura del mètode ReCiPe:

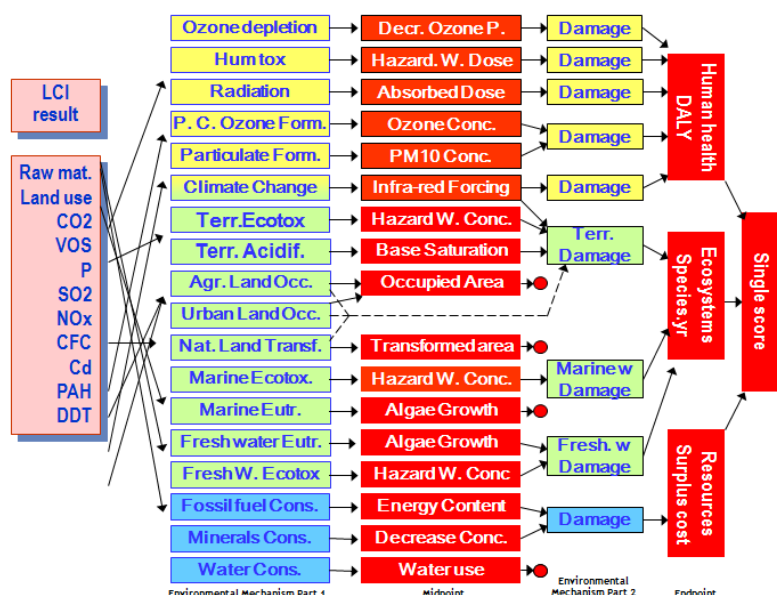


Figura 3.1 Relació entre els paràmetres del ICV (esquerra), indicadors Midpoint (centre) i indicadors Endpoint (dreta) en la versió 2008.

FONT: <http://www.lcia-recipe.net/project-definition>

## 4 RESULTATS ReCiPe

### CARACTERITZACIÓ

A la Taula 4.1 es mostren els resultats de caracterització de la comparació dels tres sistemes segons el mètode ReCiPe.

Per cada categoria d'impacte s'ha donat el valor de 100% al sistema amb un valor de caracterització més elevat i el valor relatiu de la resta de sistemes és proporcional respecte el més elevat, per cadascuna de les categories d'impacte.

Etiq.	Construcció tradicional	Construcció ONGDs	Construcció actual
Climate change Human Health	40,2222	32,2566	100
Ozone depletion	0,5831	3,7078	100
Human toxicity	0,1712	0,1905	100
Photochemical oxidant formation	6,9673	7,9277	100
Particulate matter formation	15,7788	13,1163	100
Ionising radiation	0,5268	3,7695	100
Climate change Ecosystems	40,2248	32,2584	100
Terrestrial acidification	1,4738	2,2664	100
Freshwater eutrophication	0,0255	0,2663	100
Terrestrial ecotoxicity	3,535	2,9643	100
Freshwater ecotoxicity	1,0611	1,8816	100
Marine ecotoxicity	0,4714	0,464	100
Agricultural land occupation	1,4101	84,928	100
Urban land occupation	3,4913	21,9229	100
Natural land transformation	100	73,1372	7,2277
Metal depletion	0,0009	6,2069	100
Fossil depletion	0,3837	3,802	100

Taula 4.1 Taula de caracterització - comparativa

Mètode: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/H / Caracterització / Excloent processos d'infraestructura / Excloent emissions a llarg plaç

Unitats: %

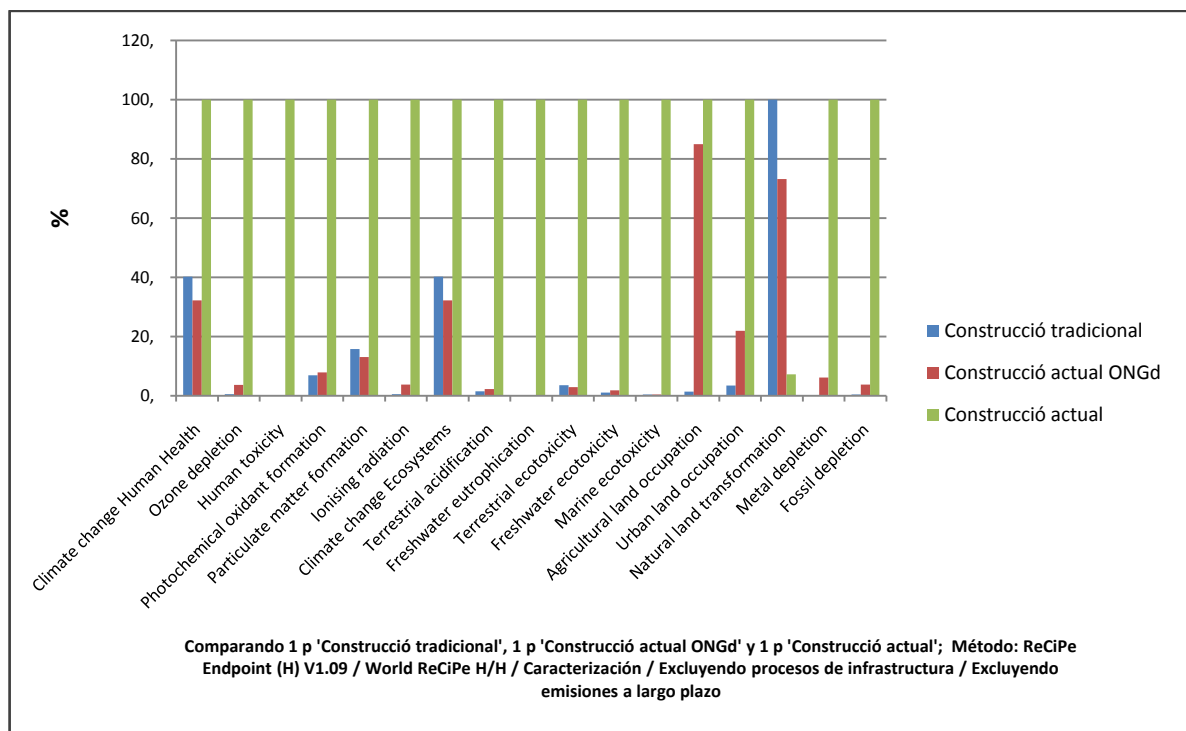
FONT: Simparo 8.0.2

Com podem observar, gairebé en totes les categories d'impacte el 100 s'ha atorgat a la construcció actual, excepcionalment la puntuació més alta s'ha assignat a la construcció tradicional en l'indicador *Natural land transformation*. Aquest fet respon al fenomen de la deforestació; ja que les quantitats de fusta utilitzades per a la construcció de l'edificació de manera tradicional gairebé triplica la quantitat de fusta utilitzada en la construcció actual.

Comprovem a la taula, i respecte del 100% assignat a la construcció tradicional el valor relatiu proporcional és de 7.23% en la construcció actual.

Si llegim en diagonal, ràpidament ens adonarem que la tipologia constructiva amb una càrrega d'impacte menor de manera global és la construcció tradicional, però cal tenir en compte que en aquest tipus de construcció s'utilitzen alguns materials (p.e: la fusta) que per si mateixos tenen un impacte molt elevat i això fa que de manera relativa la construcció tradicional tingui la major càrrega ambiental associada en alguns dels indicadors.

Al **gràfic 4.1** es poden veure aquests valors també expressats en percentatge.



**Gràfic 4.1** Representació en percentatge dels valors de caracterització – comparativa  
 Mètode: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/H / Caracterització / Excloent processos d'infraestructura / Excloent emissions a llarg plaç  
 FONT: Simparo 8.0.2

## AVALUACIÓ DE DANYS

L'Eco-Indicador 99 té una etapa d'avaluació de danys, això ens permet que els indicadors d'impacte resultants calculats en l'etapa de caracterització s'organitzin en tres diferents categories de danys, cadascuna d'elles formada pels indicadors que comparteixen unitat.

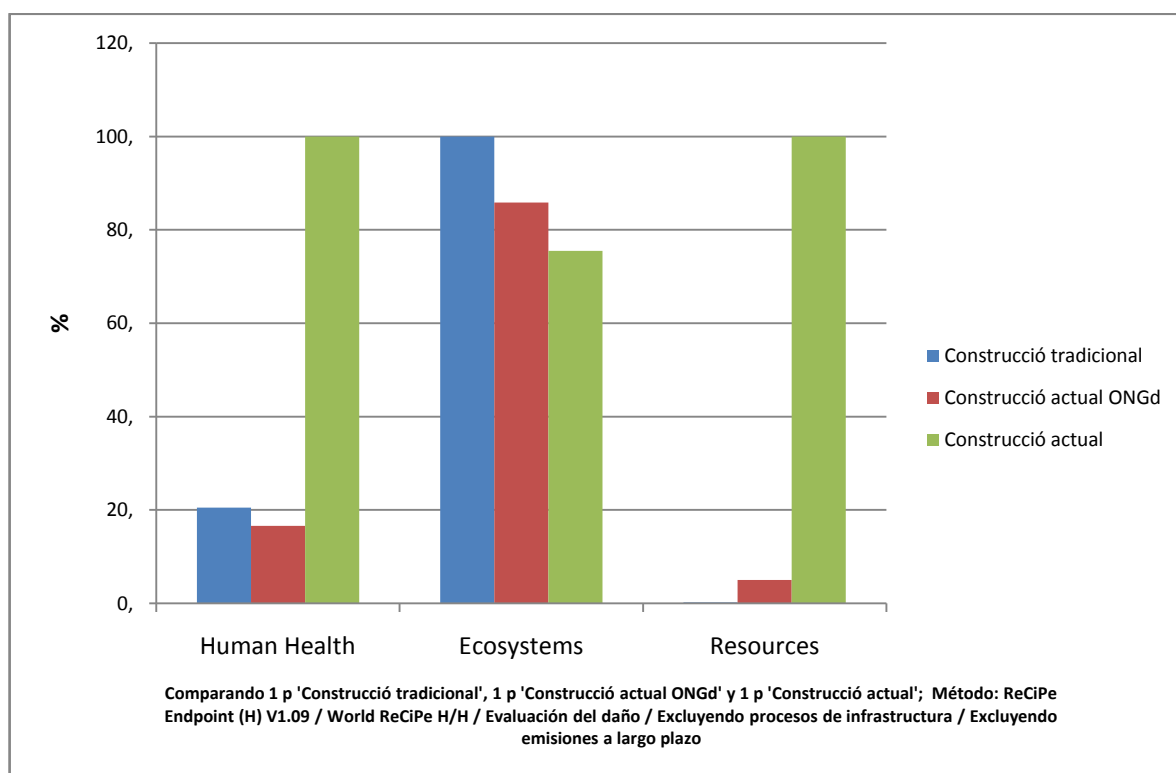
A la **Taula 4.2** es mostren els resultats de la valuació de danys segons el mètode ReCiPe.

Etiqu.	Construcció tradicional	Construcció ONGDs	Construcció actual
Human Health	20,4783	16,5711	100
Ecosystems	100	85,8783	75,528
Resources	0,1919	5,0072	100

**Taula 4.2** Taula d'avaluació de danys - comparativa

Mètode: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/H / Avaluació de danys / Excloent processos d'infraestructura / Excloent emissions a llarg plaç

FONT: Simparo 8.0.2



**Gràfic 4.2** Representació de l'avaluació dels danys – comparativa

Mètode: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/H / Avaluació de danys / Excloent processos d'infraestructura / Excloent emissions a llarg plaç

Unitat: %

FONT: Simparo 8.0.2

El gràfic ens mostra de manera clara la relació entre cadascun dels sistemes constructius en termes d'impacte sobre la vida humana, sobre els ecosistemes i sobre els recursos.

Observem altra vegada, que el fenomen de la deforestació ens porta a considerar la construcció tradicional com el sistema amb més càrrega ambiental respecte dels altres en un dels tres indicadors. Aquest fenomen repercuteix de manera directa i incisiva sobre els ecosistemes, però al mateix temps repercuteix sobre la salut de les persones. Així ho podem veure en la **taula 4.3** i el **gràfic 4.3** que tracten sobre l'avaluació de danys del sistema constructiu tradicional.

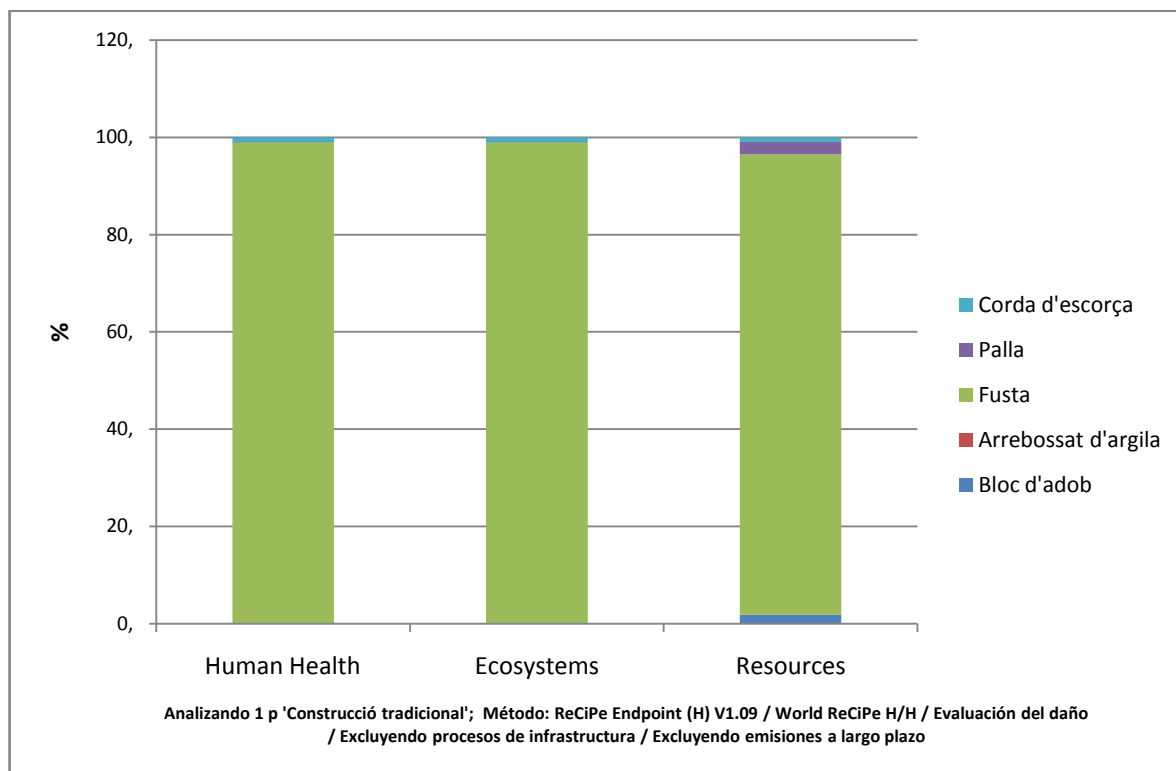
Etiqu.	Bloc d'adob	Arrebossat d'argila	Fusta	Palla	Corda d'escorça
Human Health	0,0357	0	98,9381	0,0498	0,9764
Ecosystems	0,0534	0	98,934	0,0362	0,9763
Resources	1,8215	0	94,66	2,5844	0,9341

**Taula 4.3** Taula d'avaluació de danys - Sistema TRAD

Mètode: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/H / Avaluació de danys / Excloent processos d'infraestructura / Excloent emissions a llarg plaç

Unitats: %

FONT: Simparo 8.0.2



**Gràfic 4.3** Representació de l'avaluació dels danys – Sistema TRAD

Mètode: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/H / Avaluació de danys / Excloent processos d'infraestructura / Excloent emissions a llarg plaç

Unitat: %

FONT: Simparo 8.0.2

És necessari analitzar el cas del sistema ACT, ja que se li ha atorgat en gairebé totes les categories d'impactes (a excepció d'una d'elles) la puntuació de 100. És interessant que analitzem al detall quins són els causants de l'elevada càrrega ambiental que s'atribueix a aquest sistema.

Observem en la **taula 4.4**, de la mateixa manera que ho veiem reflectit de manera més visual al **gràfic 4.4**, l'avaluació de danys particularment d'aquest sistema on es pot veure l'impacte que tenen cadascun dels materials i processos el conformen de manera individualitzada.

Els elements que disparen la puntuació d'aquest sistema són clarament la xapa de zinc utilitzada en la coberta, principalment per l'impacte que té l'extracció del mineral i l'energia incorporada del procés de transformació de les matèries primeres i el procés de fabricació de la xapa; el formigó utilitzat en grans quantitats en la llosa de fonamentació i els bloc de ciment que conformen els murs, conjuntament amb altres components

cementosos com el ciment per als arrebossats exteriors, segueixen al zinc, en els tres indicadors, tot i que en menor mesura.

Cal comentar també, com destaquen els elements treballats en fusta (carpinteries i estructura de coberta) en l'indicador de dany sobre els ecosistemes, tot i que el valor no és el més elevat, reflecteix el fenomen de la deforestació de la zona, en menys mesura que en el sistema TRAD ja que s'utilitzen quantitats de fusta molt més reduïdes.

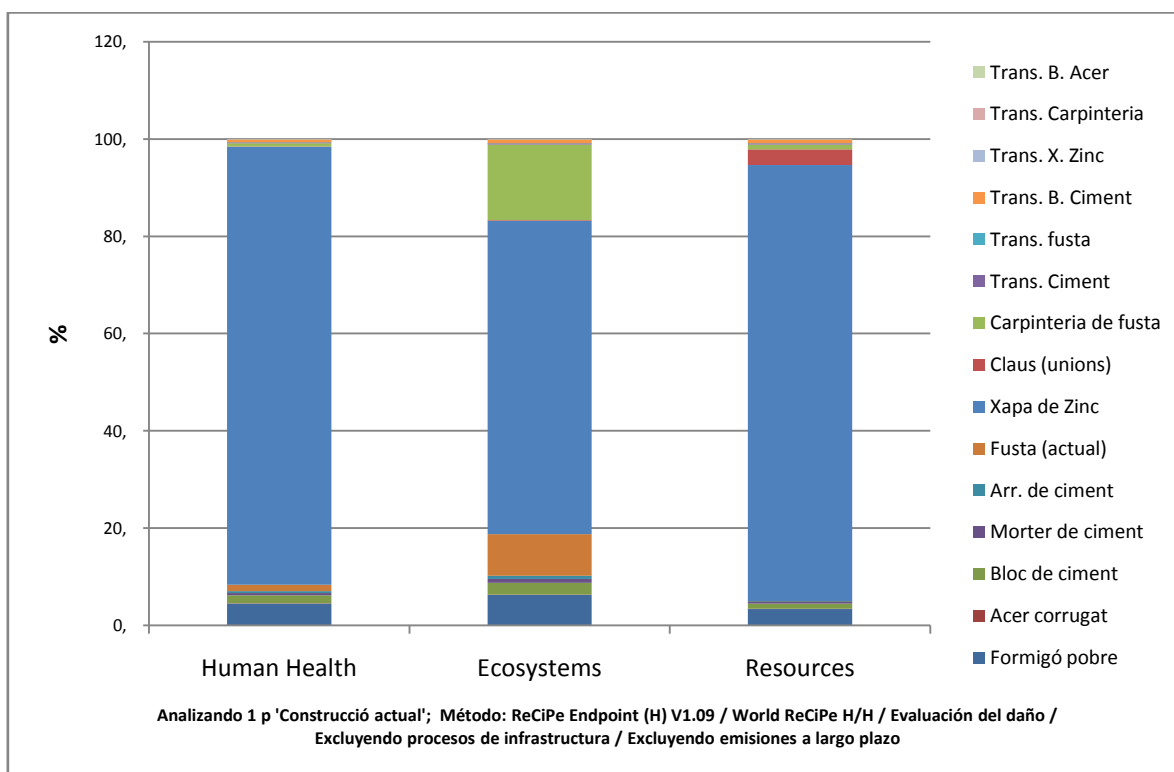
Etq.	Formigó pobre	Acer corrugat	Bloc de ciment	Morter de ciment	Arr. de ciment
Human Health	4,5089	0,0582	1,6186	0,4868	0,3574
Ecosystems	6,2572	0,0659	2,4081	0,8216	0,6217
Resources	3,3415	0,0843	1,0533	0,3077	0,208
Etq.	Fusta (actual)	Xapa de Zinc	Claus (unions)	Carpinteria de fusta	Trans. Ciment
Human Health	1,3329	90,0299	0,0803	0,6845	0,1726
Ecosystems	8,6177	64,4357	0,0783	15,5928	0,2262
Resources	0,0119	89,6829	3,162	1,0408	0,2259
Etq.	Trans. fusta	Trans. B. Ciment	Trans. X. Zinc	Trans. Carpinteria	Trans. B. Acer
Human Health	0,005	0,6037	0,0604	0,0004	0,0004
Ecosystems	0,0065	0,7882	0,0791	0,0005	0,0006
Resources	0,0064	0,795	0,079	0,0005	0,0006

**Taula 4.4** Taula d'avaluació de danys - Sistema ACT

Mètode: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/H / Avaluació de danys / Excloent processos d'infraestructura / Excloent emissions a llarg plaç

Unitats: %

FONT: Simparo 8.0.2



**Gràfic 4.4** Representació de l'avaluació dels danys – Sistema ACT

Mètode: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/H / Avaluació de danys / Excloent processos d'infraestructura / Excloent emissions a llarg plaç

Unitat: %

FONT: Simparo 8.0.2



## NORMALITZACIÓ

A la **Taula 4.5** es mostren els resultats de normalització segons el mètode ReCiPe.

Els valors de normalització ens donen una idea de quina és la contribució de cada categoria d'impacte al problema ambiental global. Els factors de normalització utilitzats en aquest treball són els (H/H).

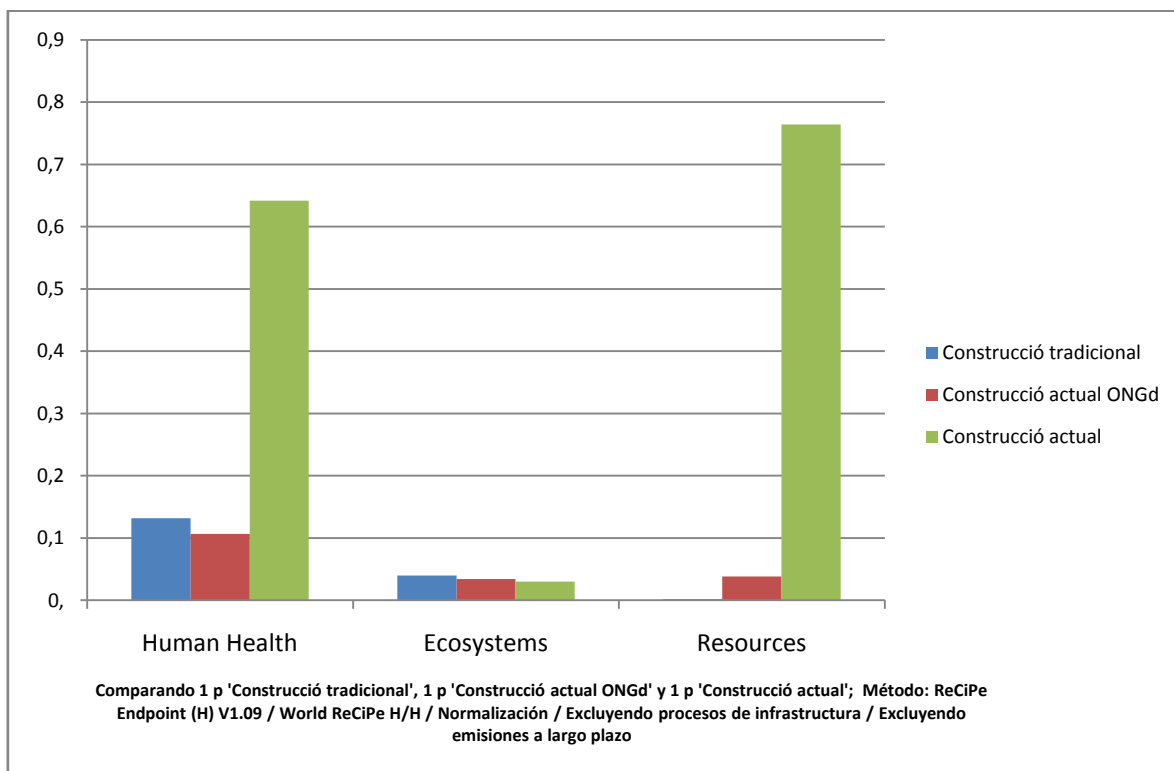
Etiq.	Construcció tradicional	Construcció ONGDs	Construcció actual
Human Health	0,1315	0,1064	0,6419
Ecosystems	0,0396	0,034	0,0299
Resources	0,0015	0,0383	0,7641

**Taula 4.5** Taula de normalització - comparativa

Mètode: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/H / Normalització / Excloent processos d'infraestructura / Excloent emissions a llarg plaç

FONT: Simparo 8.0.2

Al **gràfic 4.5** es pot veure la representació gràfica d'aquests valors de normalització.



**Gràfic 4.5** Representació en percentatge dels valors de caracterització – comparativa

Mètode: ReCiPe Endpoint (H) V1.09 / World ReCiPe H/H / Normalització / Excloent processos d'infraestructura / Excloent emissions a llarg plaç

Unitat: %

FONT: Simparo 8.0.2

## 5 ANÀLISIS DELS RESULTATS

Dels resultats que s'han mostrat anteriorment podem concloure:

- 1 El sistema TRAD de manera global és el sistema amb menys càrrega ambiental.
- 2 El sistema TRAD de manera particular, té un impacte sobre els ecosistemes més elevat que els altres dos sistemes comparats (ONGD i ACT).
- 3 Podem determinar que la causa d'aquest impacte elevat del sistema TRAD sobre els ecosistemes és dona degut al fenomen de la deforestació, ja que s'han tal·lat arbres només per a al realització de petits elements constructius perquè fins al moment la concepció que es tenia de la natura és que el grau de robustesa li permetia assumir qualsevol possible impacte ambiental, fins al punt que s'ha fet necessari i urgent la formulació d'una sèrie de normes per regular aquesta pràctica.
- 4 Podem determinar que la causa principal per la qual el sistema ACT és el sistema amb un impacte ambiental major gairebé en totes les categories d'impacte és que aquest sistema recull materials com per exemple metalls (zinc, acer) i ciment, que tenen una *energia incorporada*\* molt elevada. Tenint en compte l'abast que hem definit del nostre ACV com energia gris comptabilitzaríem conceptes com:
  - Refinació i transformació de matèries primeres
  - Fabricació del producte
  - Comercialització del producte
  - Aplicació del producte

Que altres elements que es construeixen de manera manual i amb materials autòctons, com per exemple els blocs d'adob no tenen.

*\*Energia incorporada o energia gris és un concepte de contabilitat ambiental que fa referència a l'energia que ha estat necessària en totes les fases del cicle de vida d'un producte, material o servei.*

5 Podem determinar que el sistema constructiu que actualment utilitzen les ONGDs intenta tractar el tema de la deforestació amb la introducció de nous materials com poden ser el bambú, disminuint la càrrega ambiental, especialment a nivell d'ecosistemes, pel fet d'haver reduït la quantitat de fusta utilitzada i pel contrari augmenten l'impacte en els recursos pel fet d'introduir en petites quantitats elements cementosos en pro d'intentar solucionar problemàtiques que té l'edificació TRAD com per exemple els problemes d'humitat o de tèrmits.

6 Podem afirmar que, la línia adequada de treball per un objectiu definit com l'assoliment d'una construcció confortable i que al mateix temps no penalitzi el medi ambient, ni la salut de les persones ni els recursos dels que es disposen segueix la línia de treball que han emprès les ONGDs.

Tenint en compte que un impacte ambiental gairebé nul és molt difícil d'aconseguir, cal trobar l'equilibri entre la zona en què s'implanta el projecte i el que ens demana com a tal en funció de la gent que hi viu i els recursos que ens ofereix, els materials utilitzats i una tecnologia apropiada.

## 6 LLISTAT DE FIGURES

Figura 2.0 Classificació de grups socials segons la actitud adoptada en front a la submissió al grup i a la normativa. ....	4
Figura 2.1 Diagrames de flux dels sistemes estudiats i determinació de l'abast de l'estudi.....	5
Figura 2.2 Medicions per a la construcció d'1m2 d'edificació TRAD. ....	6
Figura 2.3 Medicions per a la construcció d'1m2 d'edificació ONGDs. ....	7
Figura 2.4 Medicions per a la construcció d'1m2 d'edificació ACT. ....	8
Figura 2.5 Distàncies i tipus de transport sistemes ONGD i ACT. ....	9
Figura 3.1 Relació entre els paràmetres del ICV (esquerra), indicadors Midpoint (centre) i indicadors Endpoint (dreta) en la versió 2008. ....	10

## 7 LLISTAT DE TAULES

Taula 4.1 Taula de caracterització - comparativa.....	10
Taula 4.2 Taula d'avaluació de danys - comparativa.....	12
Taula 4.3 Taula d'avaluació de danys - Sistema TRAD.....	13
Taula 4.4 Taula d'avaluació de danys - Sistema ACT.....	14
Taula 4.5 Taula de normalització - comparativa.....	15

## 8 LLISTAT DE GRÀFICS

Gràfic 4.1 Representació en percentatge dels valors de caracterització – comparativa.....	11
Gràfic 4.2 Representació de l'avaluació dels danys – comparativa.....	12
Gràfic 4.3 Representació de l'avaluació dels danys – Sistema TRAD.....	13
Gràfic 4.4 Representació de l'avaluació dels danys – Sistema ACT.....	14
Gràfic 4.5 Representació en percentatge dels valors de caracterització – comparativa.....	15

## 9 BIBLIOGRAFIA

**[llibre]** Johan Van Legend (1982), *Manual del Arquitecto Descalzo*, Ed. Concepto SA, Mèxic. Novena reimpressió: gener 1989, ISBN:968-405-102-6 ©Johan Van Legend.

**[llibre]** Vidal R, Martínez P i Garraín D, *Life Cycle assessment of composite materials made of recycled thermoplastics combined with rice husks and cotton linters*, editat per Joerg Schweinle, publicat el 4 de desembre de 2008 ©.

**[http://] ReCiPe**

<http://www.lcia-recipe.net>

**[http://] ReCiPe- Definition**

<http://www.lcia-recipe.net/project-definition>

**[pdf on-line]** Capitulo 3, *Metodologia de Anlisis del Ciclo de Vida*.

<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6827/04CAPITOL3.pdf?sequence=4>

**[Softwares i database]**

Programa: *SimaPro 8*, creat per : PRé Consultants

Mètode: *ReCiPe*, creat per : RIVM, CML, PRé Consultants, i Radboud Universiteit Nijmegen.

Base de dades: *Ecoinvent 3*

**[Professionals UPC]**

**M<sup>a</sup> Dolores Álvarez del Castillo (PhD)**

Dpt. Enginyeria Química

m.dolores.alvarez [at] upc [dot] edu

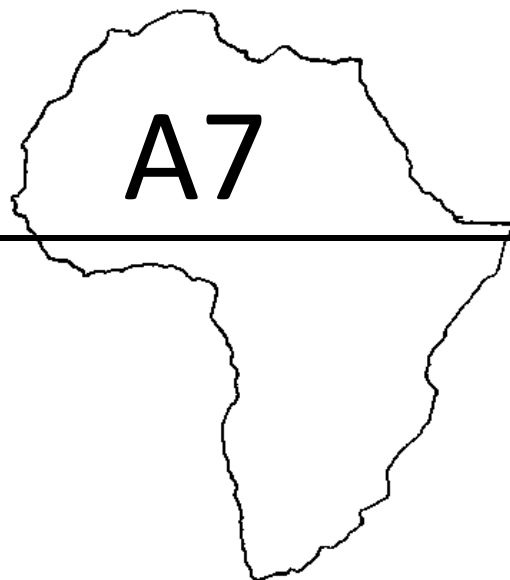
**[Testimonis]**

**Abdou Mawa Ndiaye**

Senegalès resident a Barcelona

Tècnic del departament de Joventut de la Generalitat de Barcelona des de l'any 2000.

ANÀLISI TÈRMIC





## ANNEX 7

## ÍNDEX

ANNEX 7 .....	1
ÍNDEX.....	1
1 OBJECTIU .....	3
2 METODOLOGIA.....	3
2.1. CONSIDERACIONS D'APLICACIÓ AL PROJECTE PER A L'ÚS DE DESIGN BUILDER .....	4
3 ANÀLISIS DELS MODELS.....	7
3.1. MATERIALS.....	7
3.2. ELEMENTS.....	8
3.3. SISTEMES .....	9
4 CONCLUSIONS .....	33
4.1. CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL .....	33
4.2. CONSTRUCCIÓ ONGDs.....	34
4.3. CONSTRUCCIÓ ACTUAL.....	35
4.4. CONCLUSIONS GENERALS.....	36
5 LLISTAT DE FIGURES.....	37
6 LLISTAT DE TAULES .....	37
7 LLISTAT DE GRÀFICS.....	37
8 BIBLIOGRAFIA .....	38





## ANÀLISI DE FUNCIONALITAT: Com són les diferents tipologies?

### 1 OBJECTIU

L'objectiu d'aquest annex es presentar la funcionalitat de l'edificació objecte d'estudi amb dades de simulació i tenint en compte diferents consideracions que ens permetin prendre decisions cap a una millora de les condicions de confort reals que estem buscant, per tal que l'estudi no quedi en un plantejament teòric.

### 2 METODOLOGIA

Per tal d'assolir el nostre objectiu hem determinat dues línies de treball, per una banda per mitjà de *Design Builder*, un programa de simulació dinàmica; obtenim dades de temperatura interior, temperatura exterior, tant de l'ambient com de les superfícies que esdevinguin un punt important en el projecte, així com de ventilació, radiació solar, etc. que ens permeten conèixer el comportament del nostre edifici en funció dels materials i el sistema constructiu que hem determinat amb aquest.

El motor de càlcul és *Energy Plus*, s'ha utilitzat l'última versió d'aquest per a la realització dels càlculs energètics.

És un motor de càlcul reconegut mundialment, que està en un continu procés de desenvolupament a càrrec del Departament d'Energia dels Estats units d'Amèrica.

*Design Builder* porta el motor de càlcul integrat de manera completa i transparent per a l'usuari, així doncs quan des del programa volem calcular un model prèviament entrat es llença el càlcul a *Energy Plus* i *DB* recull els resultats que es podran llegir en diferents formats més còmodes i llegibles: cel·les, gràfiques, etc.

D'aquesta manera podem comparar d'una manera ràpida i visual cada sistema constructiu determinat i el seu el comportament higromètric per veure quina solució o combinació de solucions constructives ens apropa a unes millors condicions de confort tèrmic.

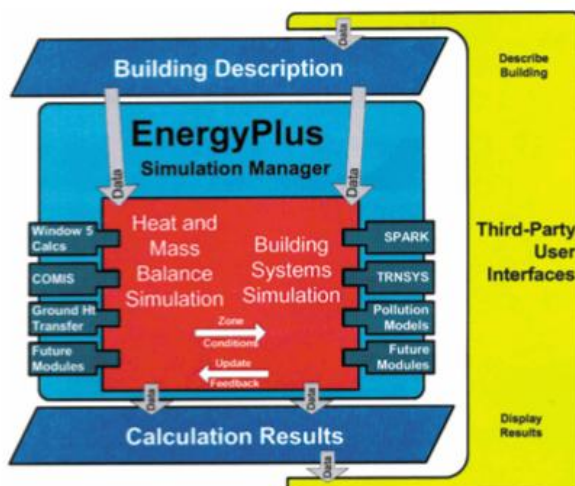


Figure 1: Overall EnergyPlus structure.

Figura 2.2. Estructura d' Energy Plus  
FONT: [www.designbuilder.com](http://www.designbuilder.com)

Per altra banda, cal considerar totes aquelles situacions de desconfort que cal millorar però que no estan relacionades amb qüestions d'higrotèrmia, com per exemple la presència de microorganismes vius en materials d'origen orgànic, el desconfort acústic provocat per alguns materials, entre d'altres.

Després de l'obtenció de dades es plategen una sèrie de taules comparatives per a comparar els nivells de confort que ens ofereix cadascú dels sistemes constructius en ambdues línies de treball plantejades.

## 2.1. CONSIDERACIONS D'APLICACIÓ AL PROJECTE PER A L'ÚS DE DESIGN BUILDER

### LOCALITZACIÓ I CLIMATOLOGIA

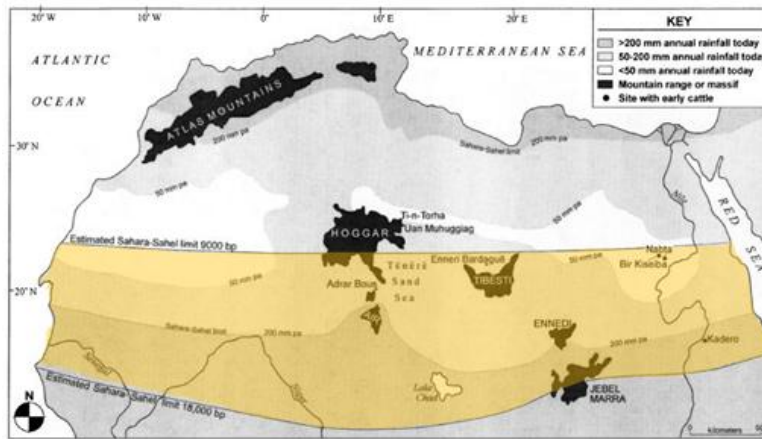
S'ha escollit **Tambacounda** com a regió representativa de la localització del projecte ja que és d'indret més proper a País Bassari sobre el que es tenen dades. Tot i així, l'arxiu climàtic disponible de Senegal és de Dakar, però no resulta útil per a fer l'estudi donat que Dakar té unes condicions climàtiques diferents.

La zona nord de Senegal en la qual està continguda la ciutat de Dakar, està inscrita en el que es coneix com "el cinturó de Sahel"; una regió semi àrida que s'estén pel continent africà d'est a oest, gairebé 5.400 quilometres, entre l'Equador i el Sàhara.

A diferència de la zona sud del país, per exemple, no tenen una època de pluges diferenciada donat que les pluges anuals són inferiors als 400 mm mentre que a País Bassari es superen els 1500 mm de pluja/any durant els mesos compresos entre Juny i Octubre, que comporta una baixada de temperatures durant aquest període.

En aquest punt, s'ha triat l'arxiu climàtic d'**Accra** capital de Ghana, relativament pròxim a País Bassari i amb la mateixa classificació climàtica de *Koppen*: A1.

Assumim un marge d'error en els resultats obtinguts partint de la base que l'arxiu climàtic utilitzat és una aproximació a la nostra zona d'implantació del projecte.



**Figura 2.2.** Cinturó del Shael. Diferenciació de les condicions climàtiques entre la zona nord i sud de Senegal

FONT: [www.temporamagazine.com](http://www.temporamagazine.com)  
ELABORACIÓ: pròpia

<b>Tambacounda</b>		
Latitud		13,77
Longitud		-13,68

<b>Arxiu climàtic</b>		
Dakar, Senegal	ASHRAE Climate Zone	A1
Accra, Ghana	ASHRAE Climate Zone	A1

**HORARI D'OCUPACIÓ**

Schedule:Compact,  
Dwell\_DomBed\_Occ,  
Fraction,  
Through: 31 Dec,

VALOR	OCUPACIÓ
0	0%
0.25	0.25%
1	100%

For: Weekdays SummerDesignDay,  
Until: 07:00, 1,  
Until:17:00, 0.25,  
Until: 22:00, 0,  
Until: 24:00,1,

For: Weekends,  
Until: 07:00, 1,  
Until:17:00, 0.25,  
Until: 22:00, 0,  
Until: 24:00, 1,

For: Holidays,  
Until: 07:00, 1,  
Until:17:00, 0.25,  
Until: 22:00, 0,  
Until: 24:00, 1,

For:WinterDesignDay  
AllOtherDays,  
Until: 07:00, 1,  
Until:17:00, 0.25,  
Until: 22:00, 0,  
Until: 24:00, 1;

**HORARI DE VENTILACIÓ – CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL**

Schedule:Compact,  
Dwell\_DomBed\_Occ,  
Fraction,  
Through: 31 Dec,

Es considera que les obertures estan permanent obertes per la falta de tècnica en l'execució de les solucions constructives i la manca d'elements de protecció.

For: Weekdays SummerDesignDay,  
Until: 24:00, 1,

For: Weekends,  
Until: 24:00, 1,

For: Holidays,  
Until: 24:00, 1,

For:WinterDesignDay  
AllOtherDays,  
Until: 24:00, 1;

**HORARI DE VENTILACIÓ – CONSTRUCCIÓ ACTUAL – ONGDs i AUTÒCTONS**

Schedule:Compact,  
Dwell\_DomBed\_Occ,  
Fraction,  
Through: 31 Dec,

La millora de l'execució, la introducció de nou coneixement i de nous elements fa que pugem diferenciar diferents casuístiques, sempre tenint en compte que el nivell de filtracions d'aire és molt elevat; considerarem entorn del 0,7.

For: Weekdays SummerDesignDay,  
Until: 07:00, 0,  
Until: 20:00, 1,  
Until: 24:00, 0,

For: Weekends,  
Until: 07:00, 0,  
Until: 20:00, 1,  
Until: 24:00, 0,

For: Holidays,  
Until: 07:00, 0,  
Until: 20:00, 1,  
Until: 24:00, 0,

For: WinterDesignDay  
AllOtherDays,  
Until: 07:00, 0,  
Until: 20:00, 1,  
Until: 24:00, 0;

**HORARI D'INFILTRACIONS**

Schedule: Compact,  
Dwell\_DomBed\_Occ,  
Fraction,  
Through: 31 Dec,

For: Weekdays SummerDesignDay,  
Until: 07:00, 1,  
Until: 20:00, 0,  
Until: 24:00, 1,

For: Weekends,  
Until: 07:00, 1,  
Until: 20:00, 0,  
Until: 24:00, 1,

For: Holidays,  
Until: 07:00, 1,  
Until: 20:00, 0,  
Until: 24:00, 1,

For: WinterDesignDay  
AllOtherDays,  
Until: 07:00, 1,  
Until: 20:00, 0,  
Until: 24:00, 1;

VALOR	OCUPACIÓ
0	0%
0.25	0.25%
1	100%

**RANG DE CONFORT****FANGER**

S'ha escollit el mètode Fanger per a determinar les condicions globals de confort ja que és el mètode més estès.

El va proposar P.O. Fanger al 1973 en la publicació *Thermal Comfort* (New York, McGraw-Hill, 1973) i fins ara ha estat un dels models de referència per avaluar les condicions de confort tèrmic.

Aquest model calcula dos índex anomenats *Vot mig estimat (PMV – predicted mean vote)* i *Percentatge de persones insatisfetes (PPD – predicted percentatge dissatisfied)* a partir de la vestimenta, la taxa metabòlica, la temperatura del aire, la temperatura radial mitja y la humitat relativa o la pressió parcial del vapor d'aigua.

Aquesta metodologia s'accepta com a model de referència en tant que està regulada per la ISO 7730 relativa a la avaluació de l'ambient tèrmic.

L'equilibri tèrmic depèn de molts factors: activitat física, metabolisme i vestimenta del subjecte d'estudi així com altres factors a nivell ambiental com per exemple la temperatura de l'aire, la temperatura radiant, etc.

El *vot estimat mig* (que posa de manifest els vots dels diferents subjectes d'estudi respecte d'una escala de sensacions) prediu el valor mig de la sensació tèrmica de cadascun dels subjectes estudiats, determinant un patró i podent generalitzar uns determinats nivells de confort segons la localització.

### 3 ANÀLISIS DELS MODELS

#### 3.1. MATERIALS

##### 3.1.1. DEFINICIÓ DELS MATERIALS

MATERIAL	Família (BD:E+)	Conductivitat	Calor específic	Densitat
Unitats	materials introduïts FONT: ecotect	W/mK	J/KgK	Kg/m <sup>3</sup>
Morter d'argiles i sorres		0,82	840,00	1680,00
Morter de ciment i sorres		1,00	1000,00	1800,00
Morter de ciment		1,40	650,00	2100,00
Bloc d'adob	Soil Clay (wet)	0,40	2929,00	1600,00
Bloc d'adob estabilitzat amb ciment		0,65	2929,00	1450,00
Bloc de morter de ciment		1,05	1000,00	1350,00
Ciment		0,72	840,00	1860,00
Fusta		0,23	1600,00	750<d<870
Bambú	Rattan	0,04	539,70	12000,00
Palla		0,1	2100,00	250,00
Grava		1,3	920,00	2240,00
Xapa de zinc		1E15	500,00	7824,00
Kretting	Cloth/carpet/felt – carpet simulated wool	0,06	1360,00	200,00

##### Taula 3.1.1. Característiques dels materials utilitzats

Característiques dels materials utilitzats en les diferents tipologies constructives

FONT: Banc de dades Energy Plus E+, Ecotect

ELABORACIÓ: pròpia+

+	Densitat	-	Porositat
+	Densitat	+	Duresa
+	Densitat	+	Resistència
+	Densitat	+	Conductivitat
+	Densitat	+	Aïllament acústic
+	Porositat	+	Capilaritat
+	Porositat	+	Esmorteïment acústic
+	Porositat	-	Resistència
+	Porositat	-	Conductivitat
+	Duresa	+	Resistència
+	Elasticitat	+	Absorbcíó acústica

##### Taula 3.1.2. Relació de propietats dels materials

FONT: pròpia

### 3.2. ELEMENTS

Hi ha una clara tendència a confeccionar elements petits per a la posta en obra dels diferents sistemes constructius per una qüestió pràctica de treballabilitat.

La manca, moltes vegades, d'infraestructura, elements auxiliars i coneixement tècnic fa que la construcció en **petites peces** esdevingui més ràpida, pràctica i menys costosa.

Els materials que hem detallat en l'apartat anterior es converteixen, la major part d'ells en petits elements de fàcil transport i manejabilitat.

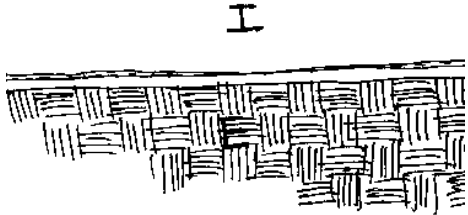
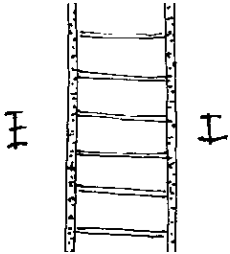
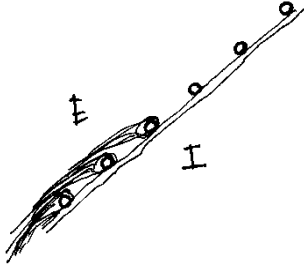


**Figura 3.2.1.** Elements

FONT: pròpia, (IJG) Institut Jane Goodall , Departament de Bio construcció

3.3. SISTEMES

3.3.1. SISTEMA TRADICIONAL

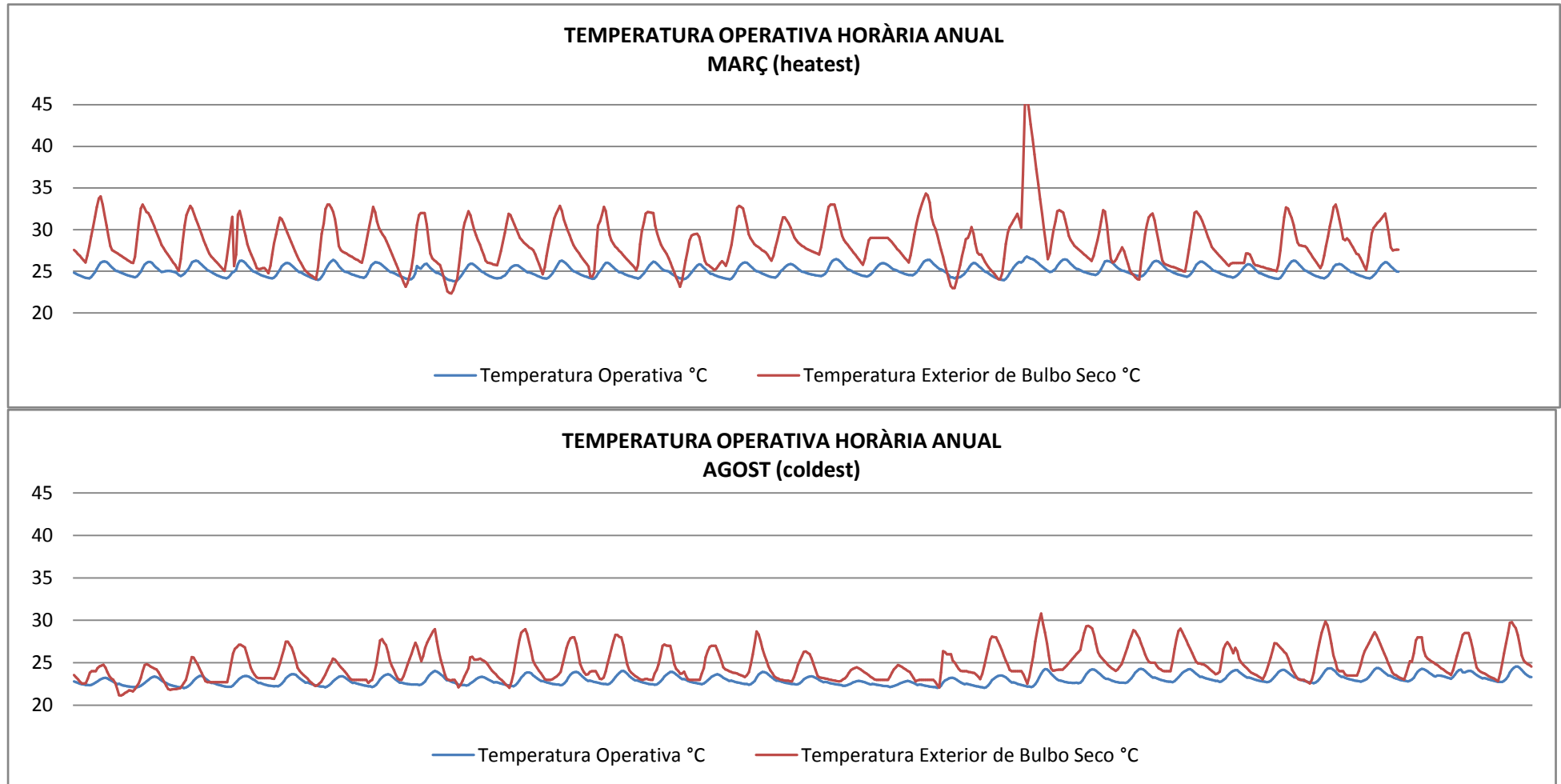
FLOOR GROUND TRAD		<p>Entramat vegetal confeccionat amb <i>kretting</i> col·locat directament sobre el sòl.</p>
WALL TRAD		<p>Mur d'adob de 0,20 m de gruix acabat amb un morter d'argiles i sorres de 0,02 m d'espessor, tant en la cara exterior com per la cara interior.</p>
ROOF TRAD		<p>Estructura principal i secundària de branques de fusta amb un acabat exterior de palla d'arròs d' aproximadament uns 0,12 m de gruix.</p>



**Figura 3.3.1.1.** Construcció típica tradicional  
 FONT: pròpia

**Taula 3.3.1.1.** Descripció i detalls del sistema constructiu tradicional  
 FONT:pròpia ELABORACIÓ: pròpia

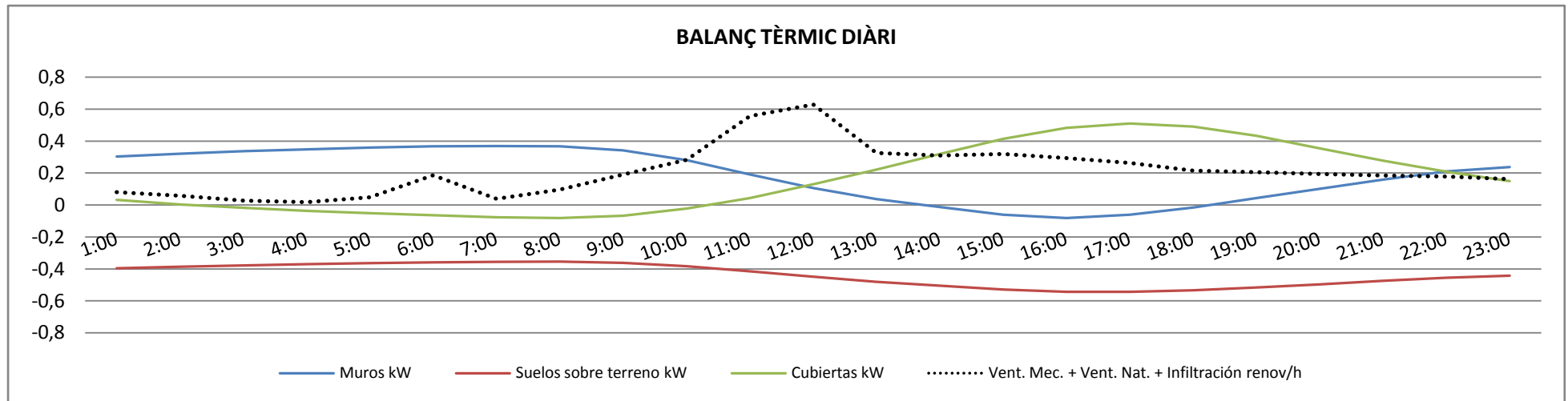
COMPORTAMENT TÈRMIC DE L'ESTANÇA



Gràfic 3.1.1.1. Comparació de la temperatura operativa horària anual filtrades pels mesos més càlid (MARÇ) i fred (AGOST).

FONT: Energy Plus, Design Builder ELABORACIÓ : pròpia

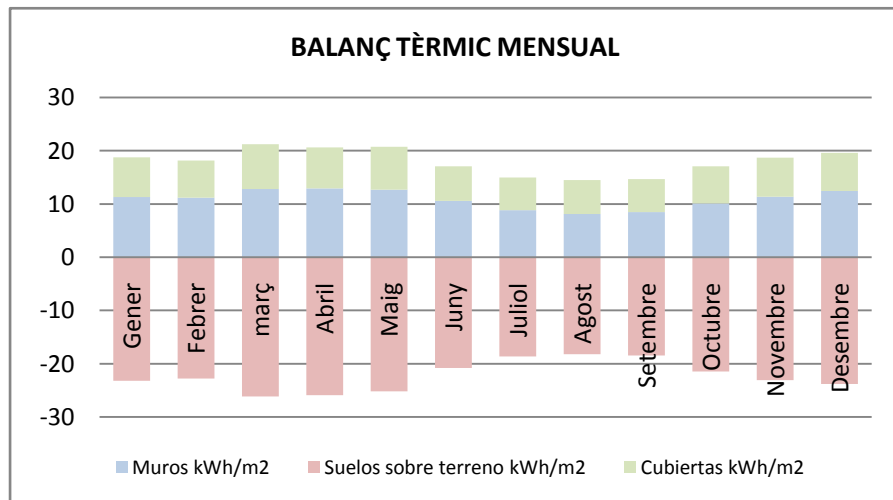




**Gràfic 3.3.1.2.** Correspondència del balanç tèrmic horari (1 dia) i la ventilació natural + infiltracions.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

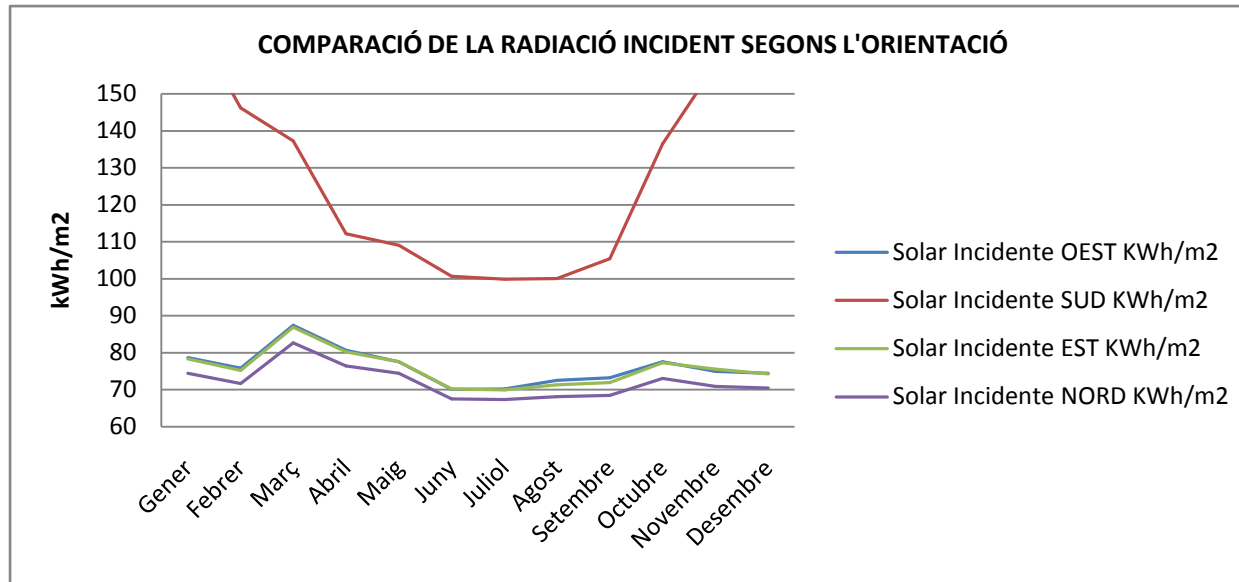


**Gràfic 3.3.1.3.** Balanç tèrmic mensual

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

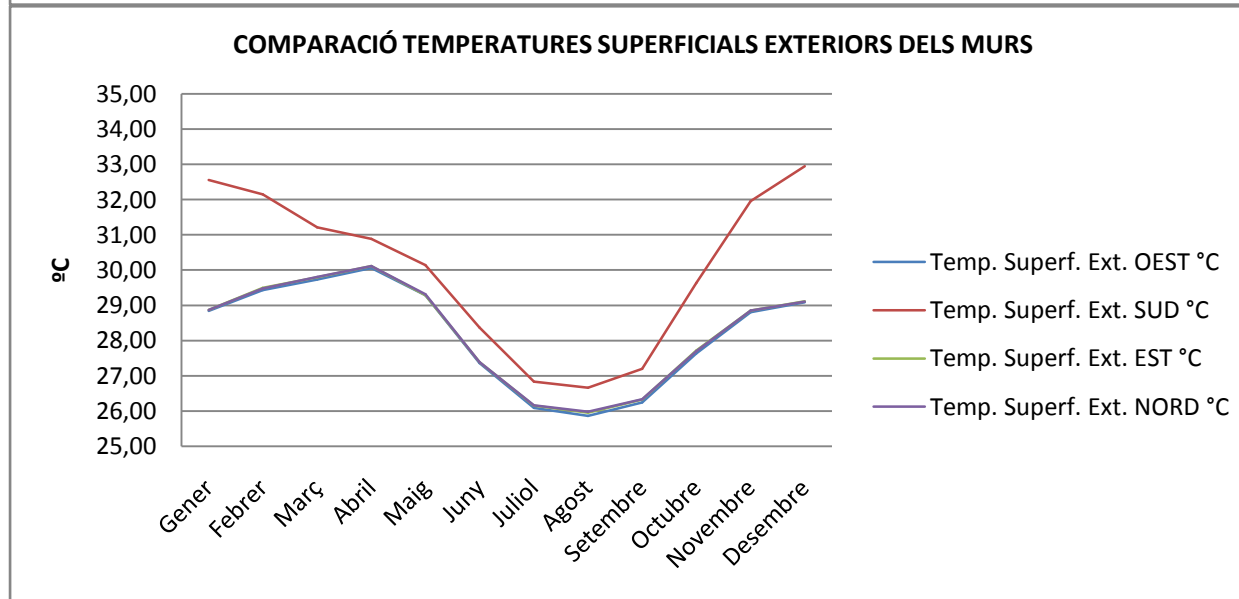
MURS



**Gràfic 3.3.1.4.** Comparació de la radiació incident segons l'orientació.

FONT: Energy Plus, Design Builder

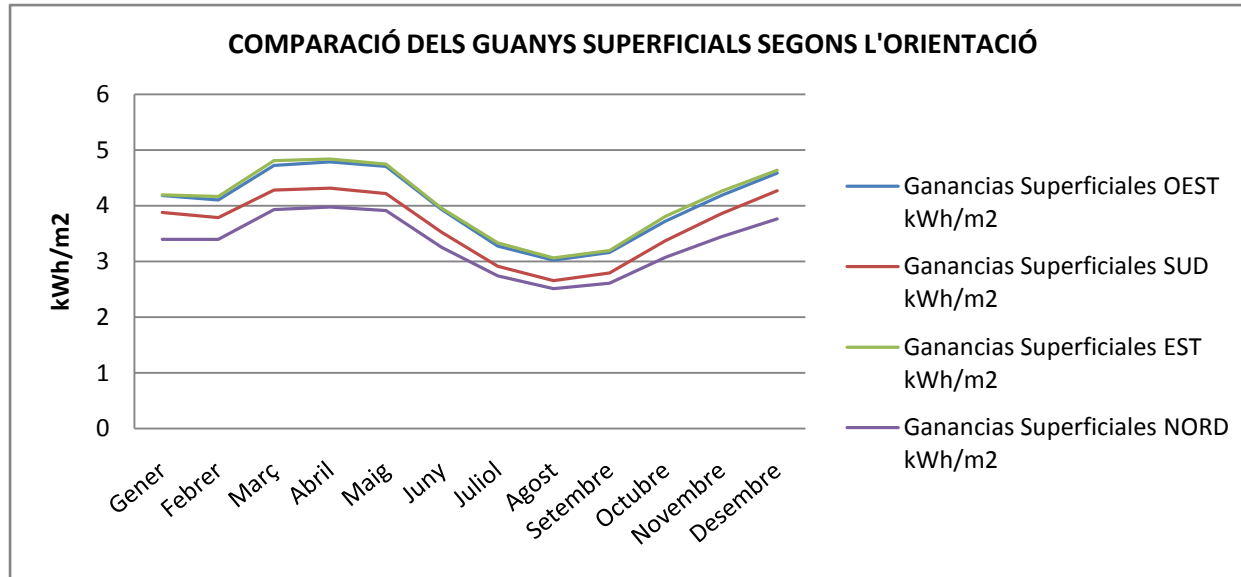
ELABORACIÓ: pròpia



**Gràfic 3.3.1.5.** Comparació de les temperatures de la superfície exterior dels murs.

FONT: Energy Plus, Design Builder

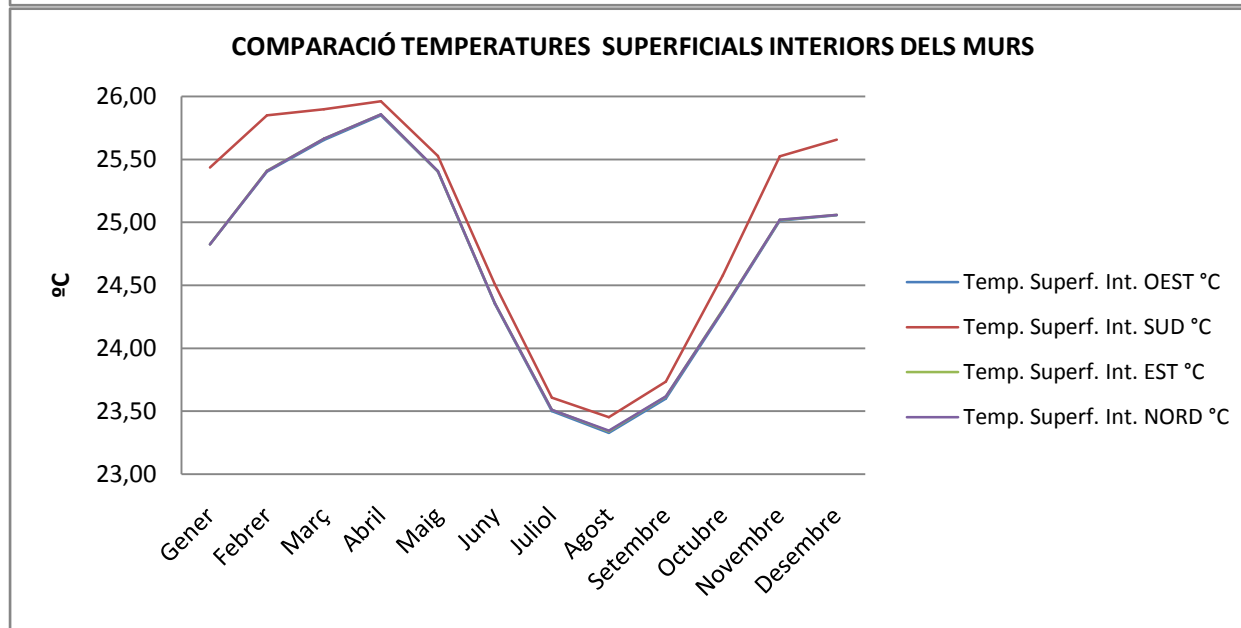
ELABORACIÓ: pròpia



**Gràfic 3.3.1.6.** Comparació dels guanys superficials segons l'orientació.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

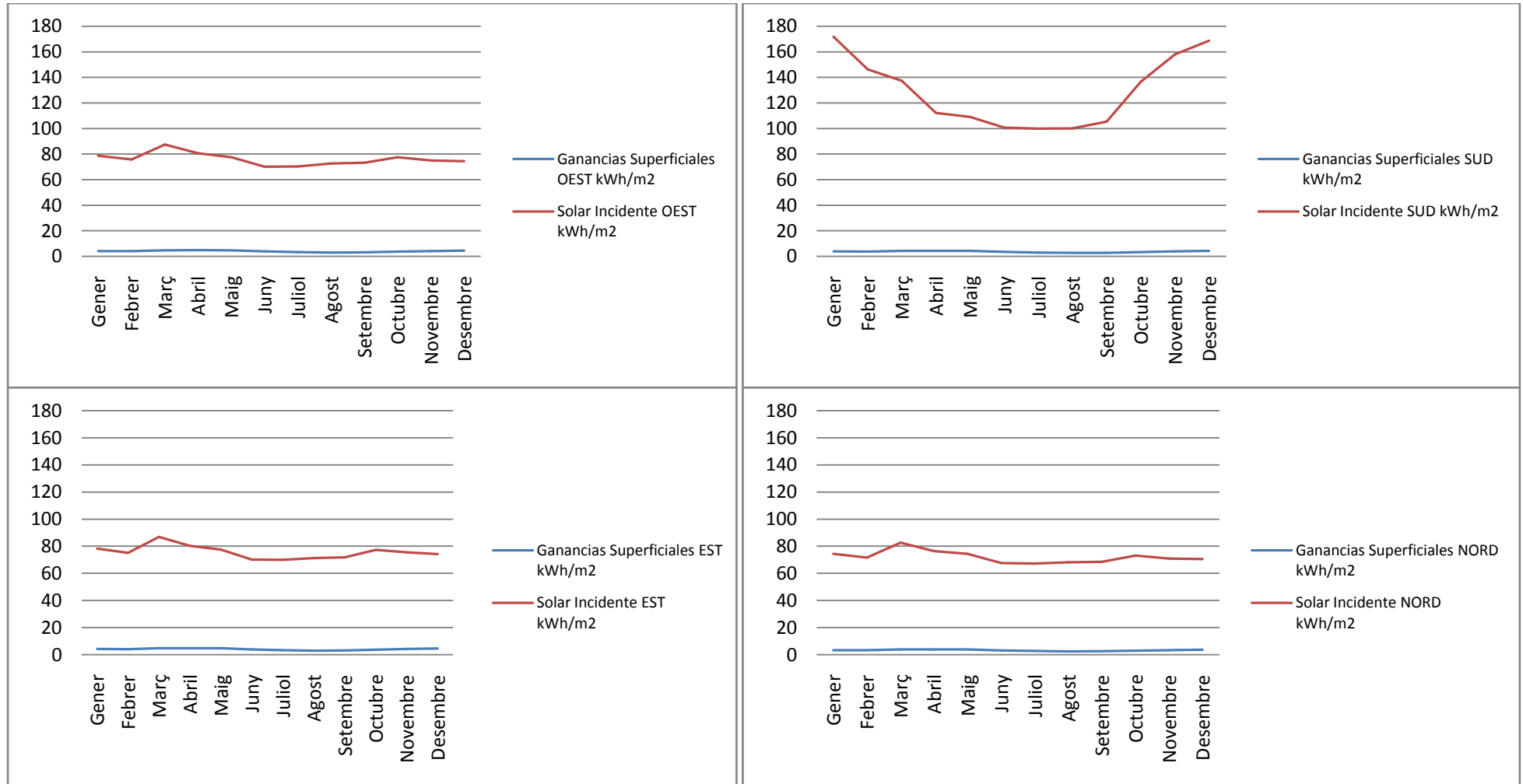


**Gràfic 3.3.1.7.** Comparació de les temperatures de la superfície interior dels murs.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

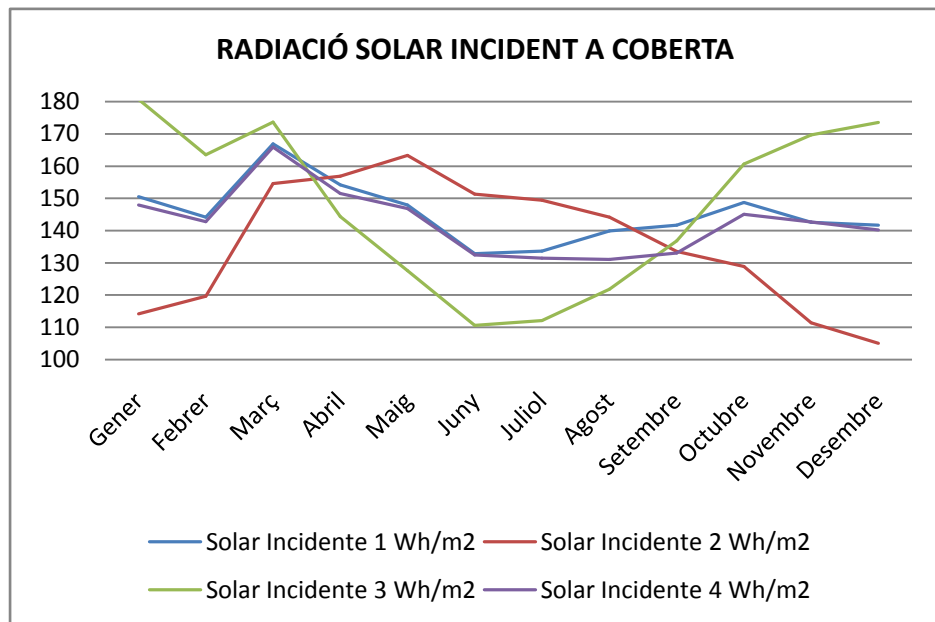
COMPARACIÓ ENTRE ELS GUANYES SOLARS DE CADA MUR I LA RADIACIÓ SOLAR INCIDENT



Gràfic 3.3.1.8. Comparativa entre els guanys de cadascun dels murs amb la radiació incident en cadascun d'ells.

FONT: Energy Plus, Design Builder ELABORACIÓ: pròpia

**COBERTA**



**Gràfic 3.3.1.9.** Radicació solar incident a coberta segons orientació

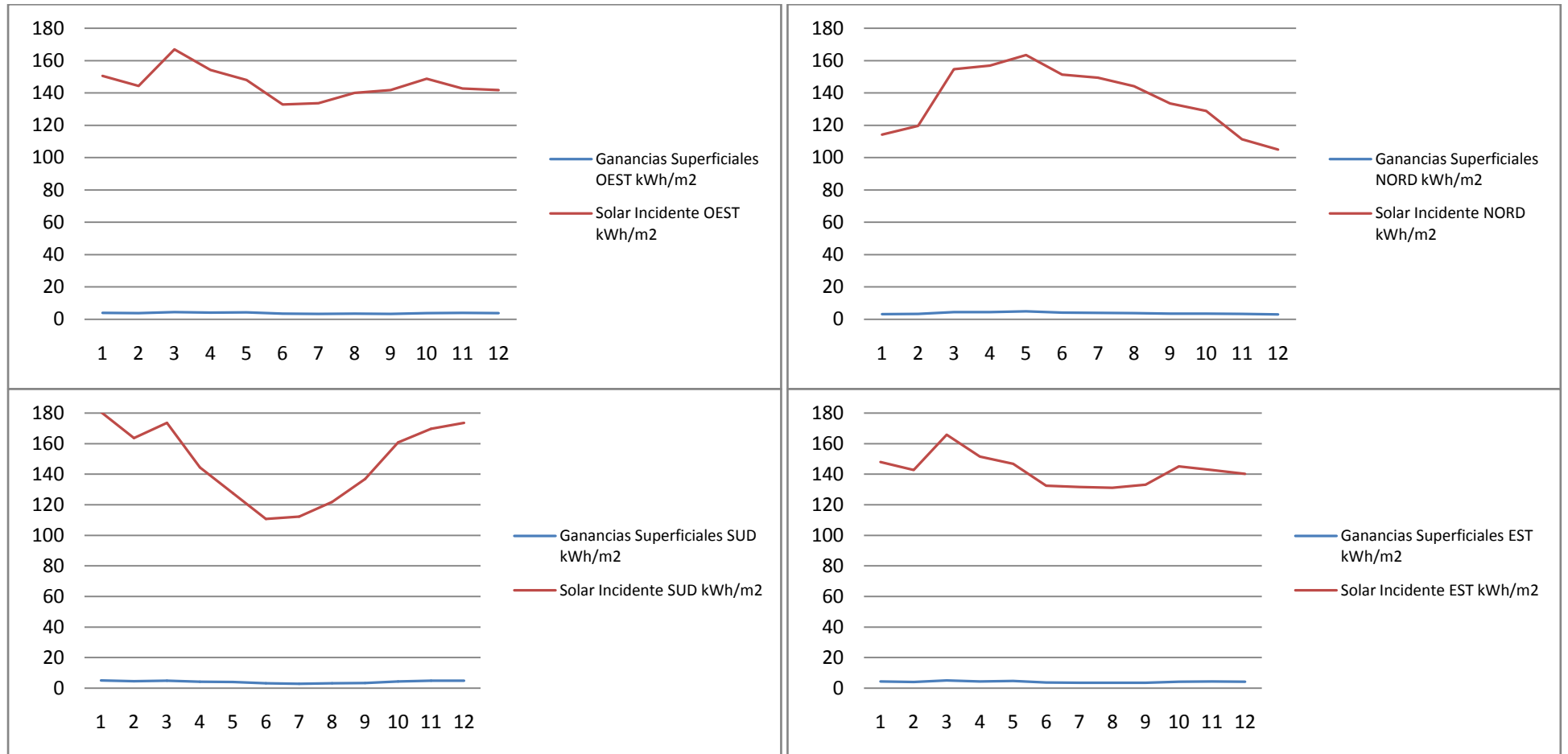
Coberta inclinada a quatre aigües d'estructura de fusta i acabat exterior de palla, amb un pendent del 35º

- 1\_ OEST
- 2\_ NORD
- 3\_ SUD
- 4\_ EST

FONT: Energy Plus, Design Builder  
 ELABORACIÓ: pròpia

**COBERTA**

**COMPARACIÓ ENTRE ELS GUANYYS SOLARS DE CADA COBERTA I LA RADIACIÓ SOLAR INCIDENT**

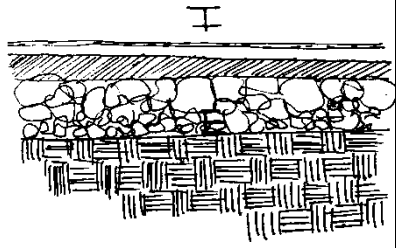
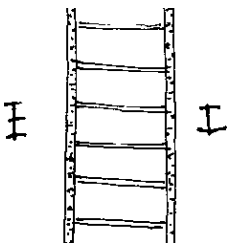
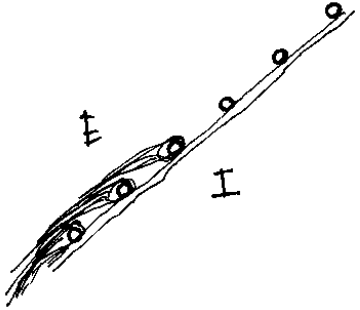


**Gràfic 3.3.1.10.** Comparació entre els guanys solars de cada coberta sobre la radiació solar incident

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia (1-12 en correspondència dels mesos de l'any, de Gener a Desembre).

**3.3.2. SISTEMA ONGDs**

FLOOR GROUND ONGDs		<p>Capa de terra premsada de 0,10 m de gruix sobre una capa de grava d'uns 0,20 m de gruix.</p> <p>L'acabat interior consisteix en un entramat de Kretting col·locat directament sobre al terra.</p>
WALL ONGDs		<p>Mur d'adob estabilitzat amb ciment de 0,25 m de gruix acabat amb morter de ciment de 0,02 m d'espessor, tant en la cara exterior com per la cara interior.</p>
ROOF ONGDs		<p>Estructura principal de fusta i secundària amb canyes de bambú amb un acabat exterior de palla d'arròs d' aproximadament uns 0,12 m de gruix.</p>



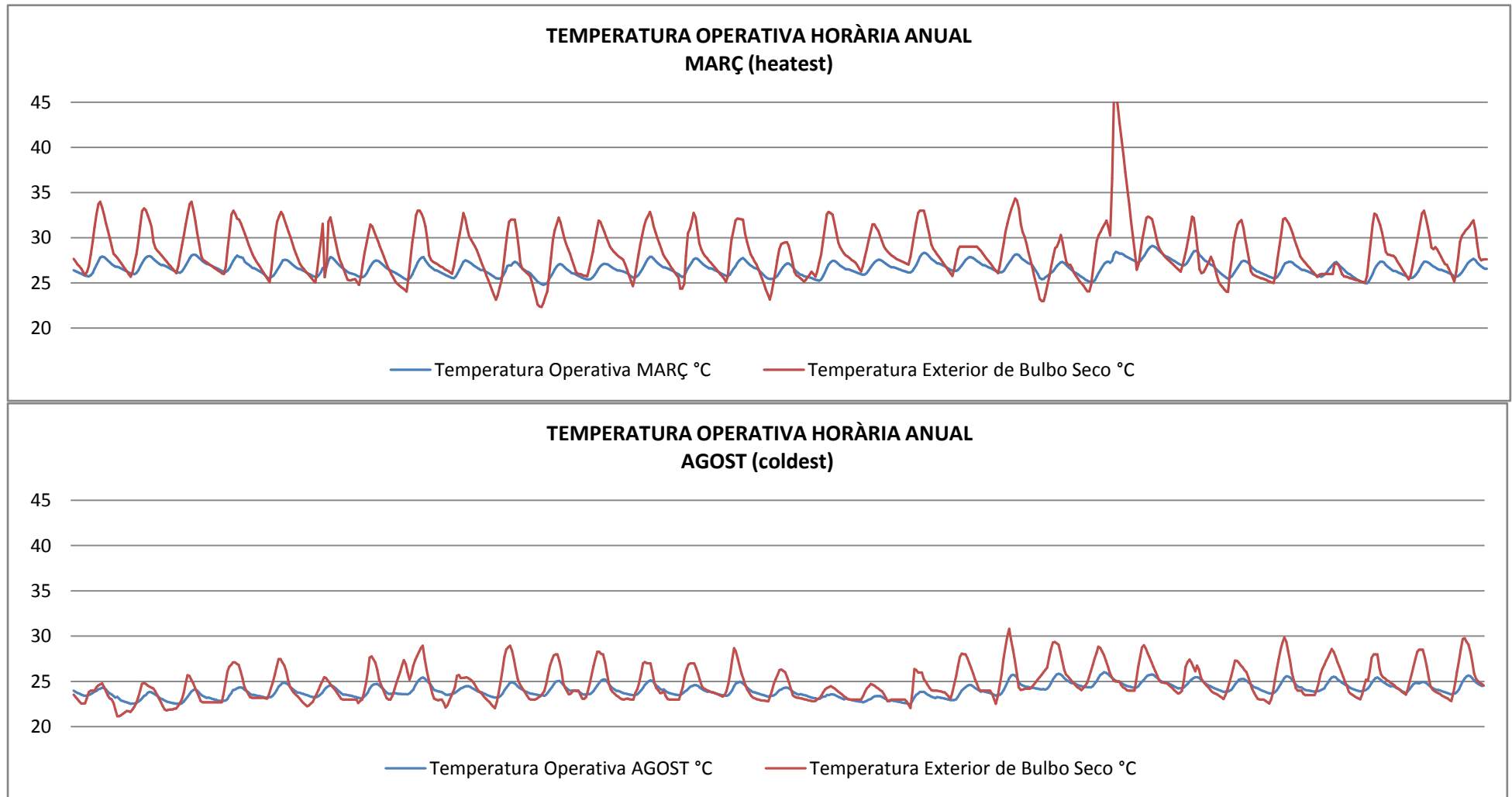
**Figura 3.3.2.1.** Construcció ONGDs

FONT: pròpia

**Taula 3.3.2.1.** Descripció i detalls del sistema constructiu de les ONGDs

FONT:pròpia ELABORACIÓ: pròpia

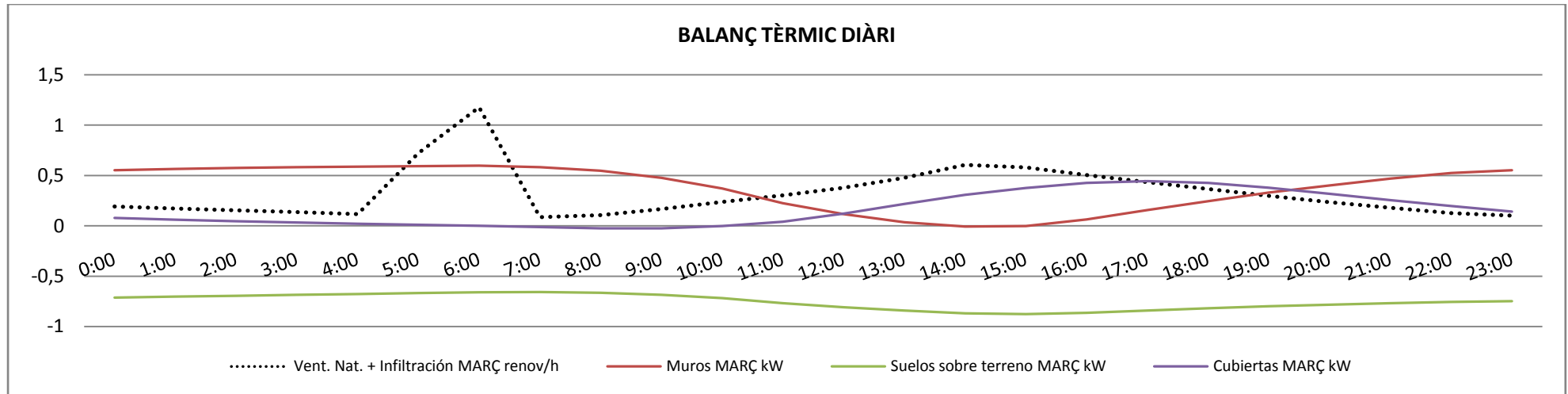
COMPORTAMENT TÈRMIC DE L'ESTANÇA



Gràfic 3.3.2.1. Comparació de la temperatura operativa horària anual filtrades pels mesos més càlid (MARÇ) i fred (AGOST).

FONT: Energy Plus, Design Builder ELABORACIÓ: pròpia

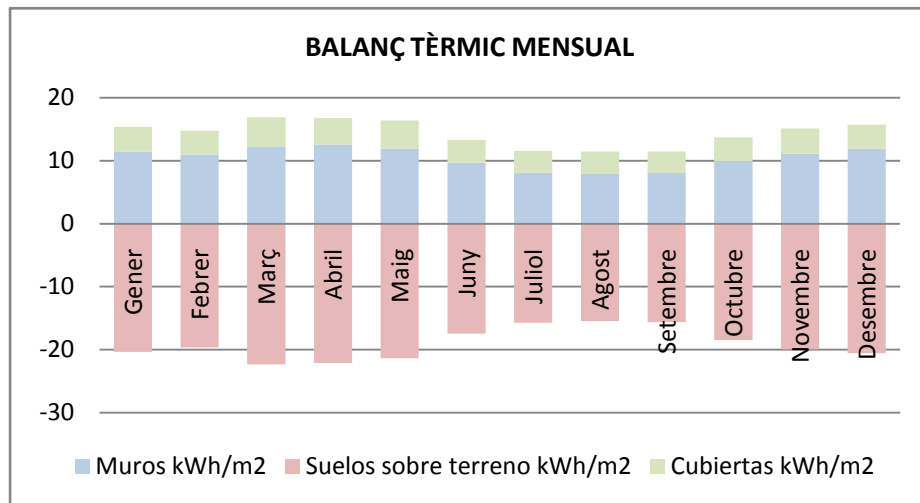




**Gràfic 3.3.2.2.** Correspondència del balanç tèrmic horari (1 dia) i la ventilació natural + infiltracions.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

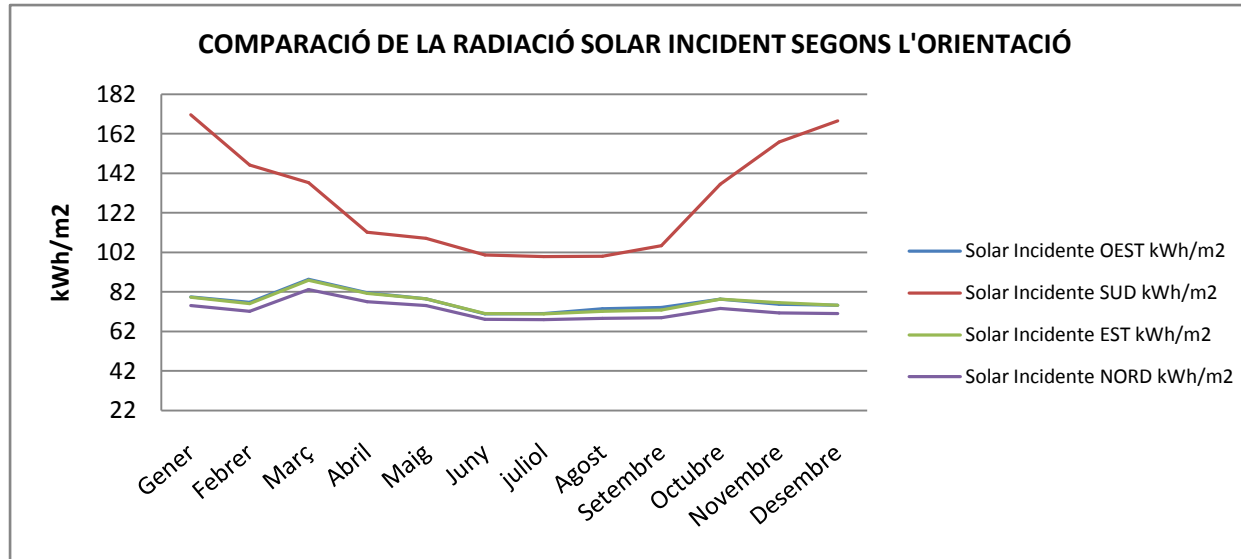


**Gràfic 3.3.2.3.** Balanç tèrmic mensual.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

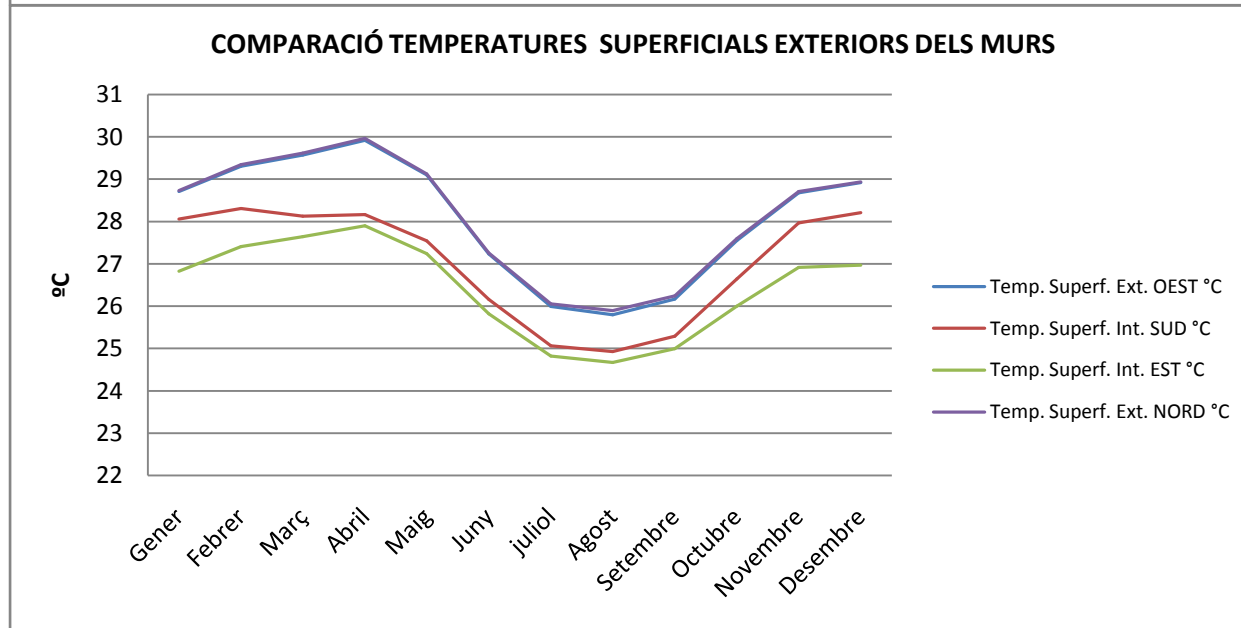
**MURS**



**Gràfic 3.3.2.4.** Comparació de la radiació solar incident segons l'orientació.

FONT: Energy Plus, Design Builder

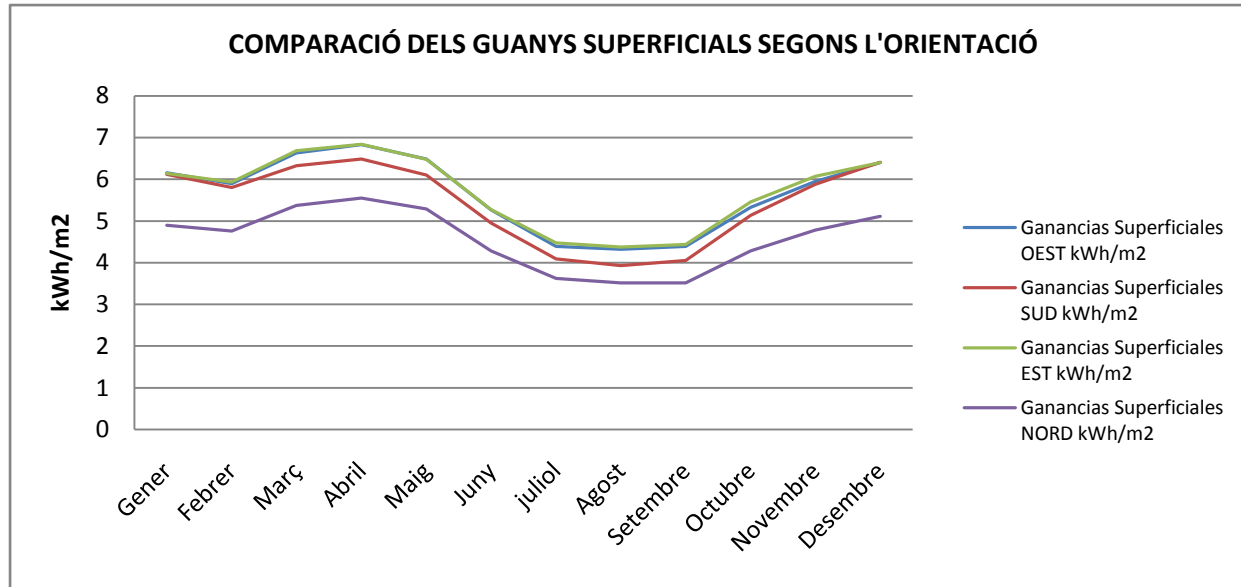
ELABORACIÓ: pròpia



**Gràfic 3.3.2.5.** Comparació de les temperatures de la superfície exterior dels murs.

FONT: Energy Plus, Design Builder

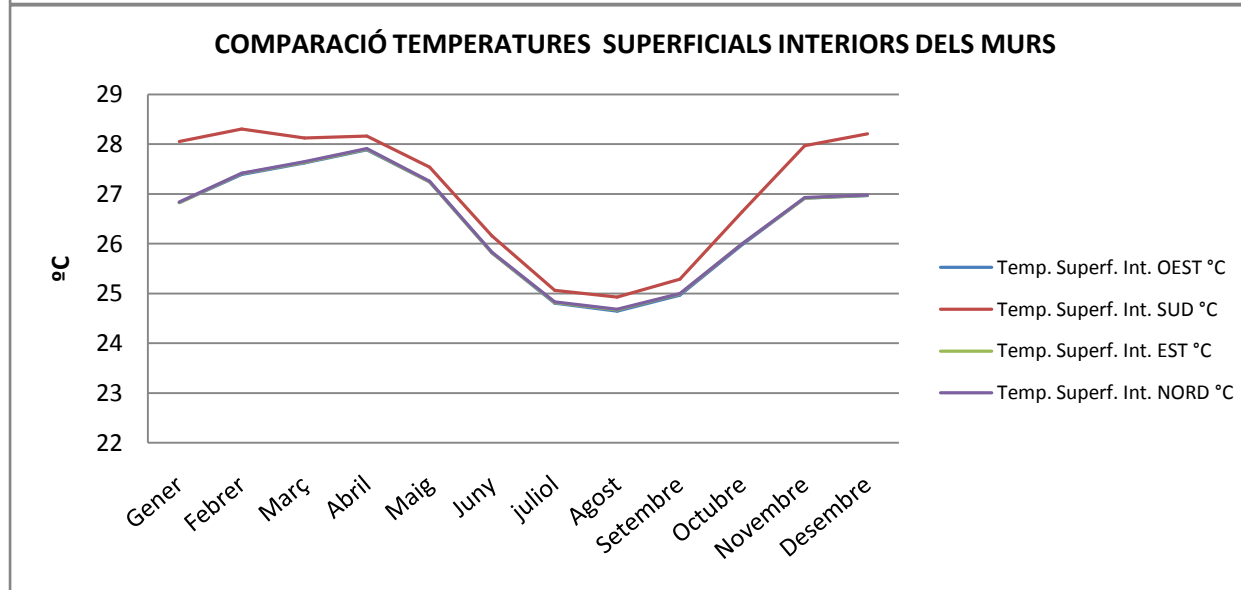
ELABORACIÓ: pròpia



**Gràfic 3.3.2.6.** Comparació dels guanys superficials segons l'orientació.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

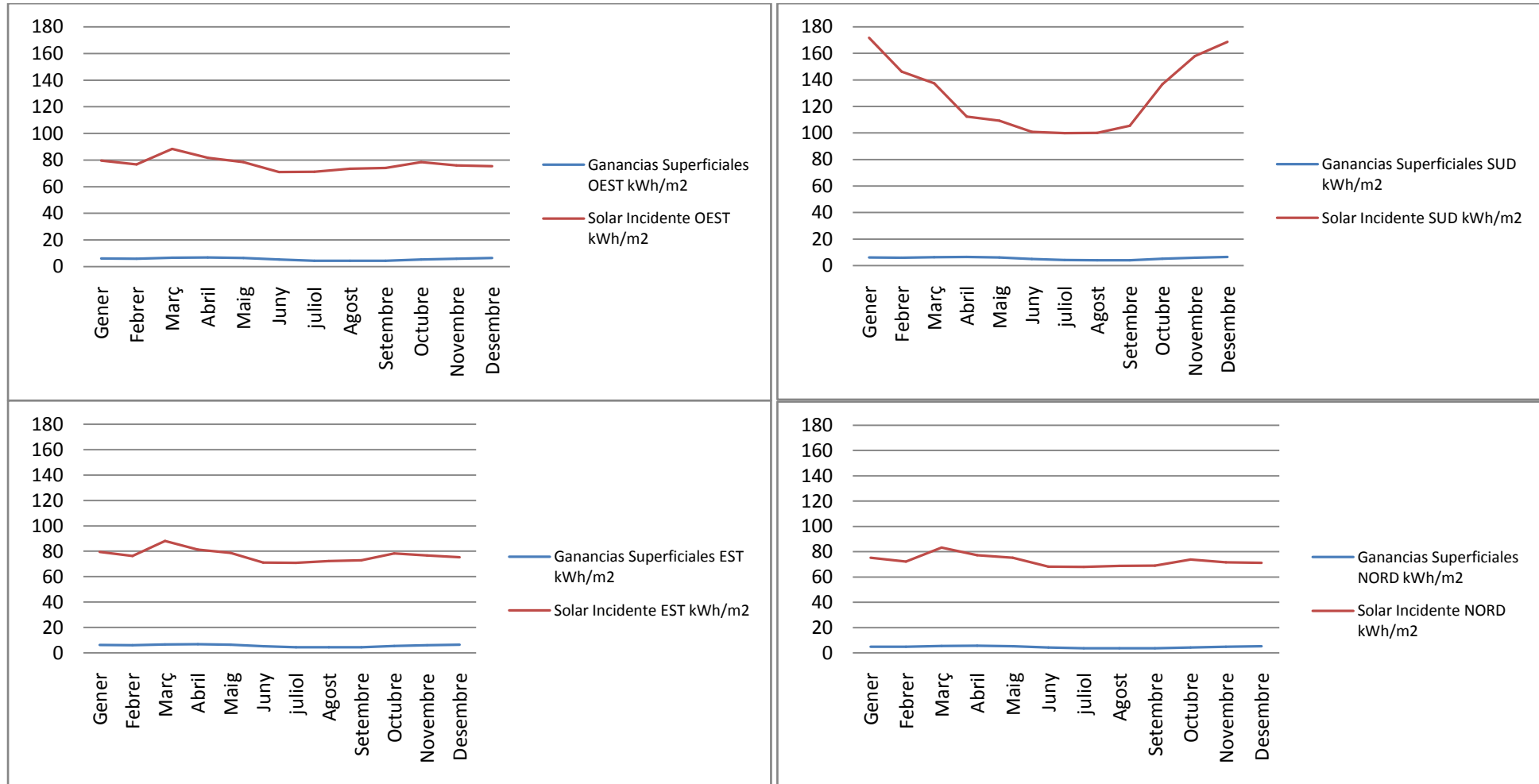


**Gràfic 3.3.2.7.** Comparació de les temperatures de les superfícies interiors dels murs.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

**COMPARACIÓ ENTRE ELS GUANYS SOLARS DE CADA MUR I LA RADIACIÓ SOLAR INCIDENT**

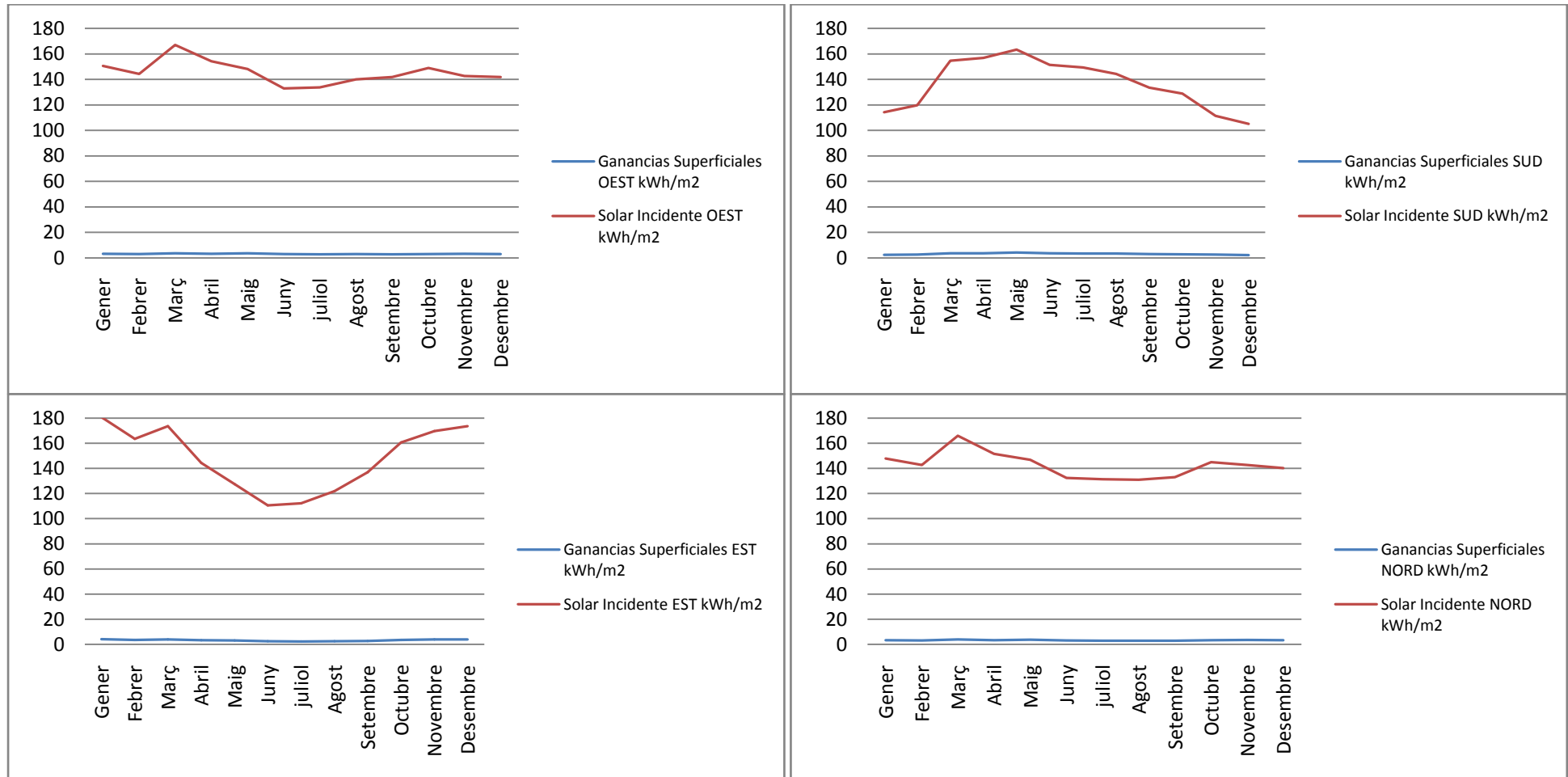


**Gràfic 3.3.2.8.** Comparativa entre els guanys de cadascun dels murs amb la radiació incident en cadascun d'ells.

FONT: Energy Plus, Design Builder ELABORACIÓ: pròpia

**COBERTA**

**COMPARACIÓ ENTRE ELS GUANYS SOLARS DE CADA COBERTA I LA RADIACIÓ SOLAR INCIDENT**

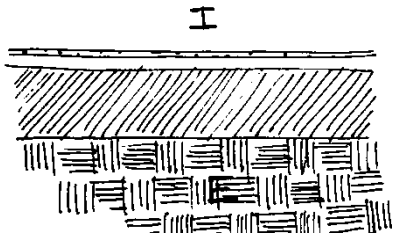
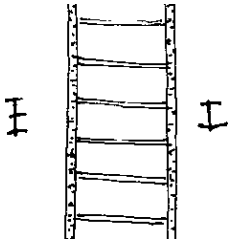
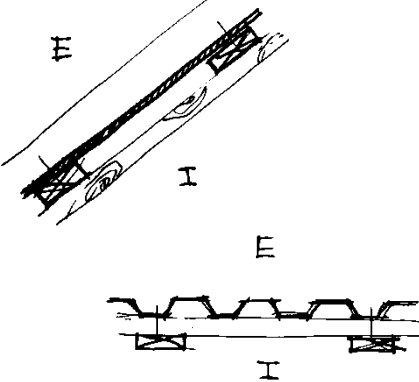


**Gràfic 3.3.2.9.** Comparació entre els guanys solars de cada coberta sobre la radiació solar incident

FONT: Energy Plus, Design Builder ELABORACIÓ: pròpia



3.3.3. SISTEMA ACTUAL

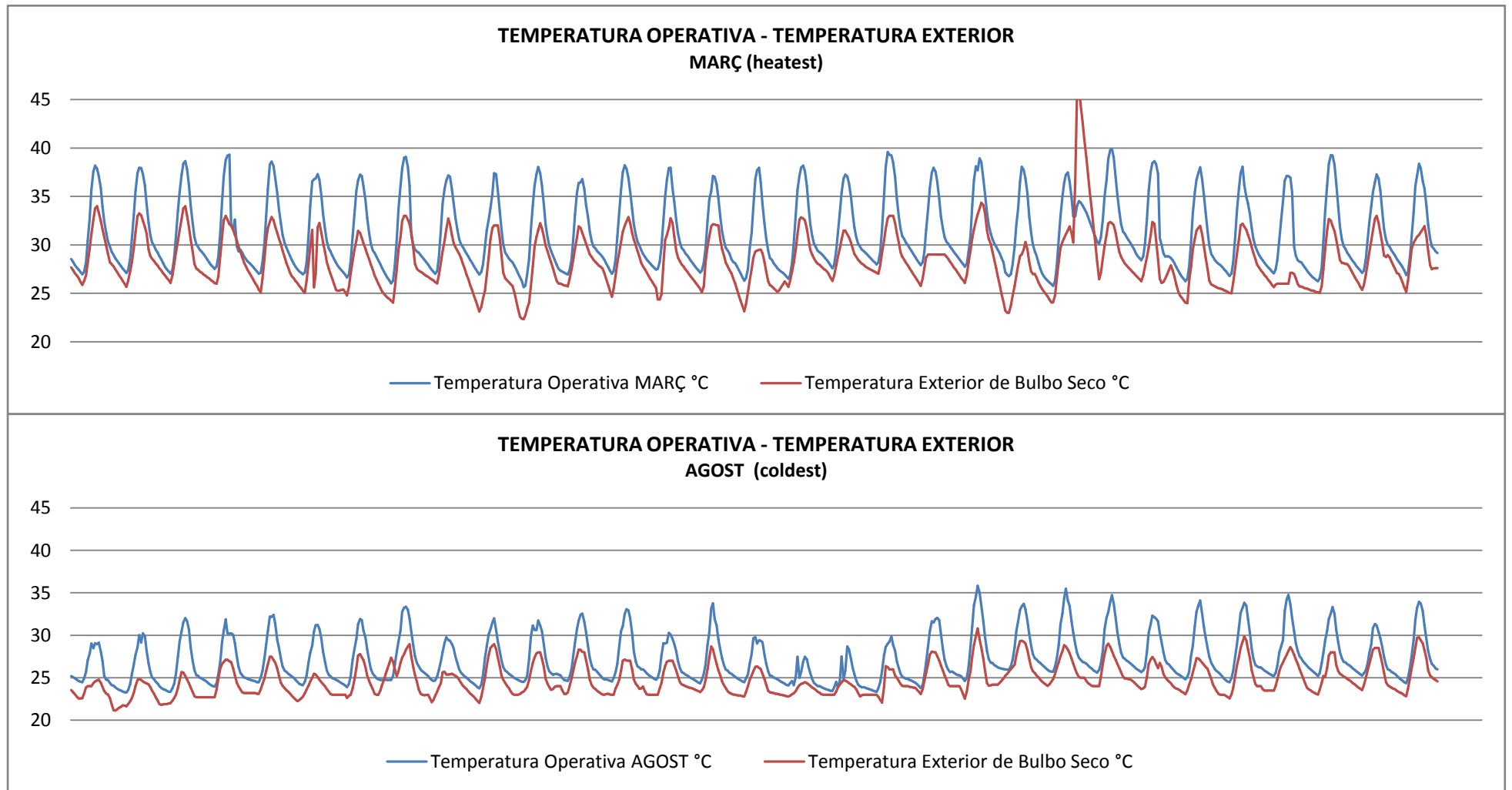
GROUND FLOOR ACT		<p>Entramat vegetal confeccionat amb <i>kretting</i> col·locat directament sobre una llosa de ciment.</p>
WALL ACT		<p>Mur de bloc de ciment de 0,1 m de gruix acabat amb un morter de ciment de 0,02 m d'espessor, tant en la cara exterior com per la cara interior.</p>
ROOF ACT		<p>Estructura principal (bigues) i secundària (biguetes) de fusta amb un acabat exterior de xapa de zinc.</p>



**Figura 3.3.3.1.** Construcció actual a País Bassari  
 FONT:pròpia

**Taula 3.3.3.1.** Descripció i detalls del sistema constructiu actual  
 FONT:pròpia ELABORACIÓ: pròpia

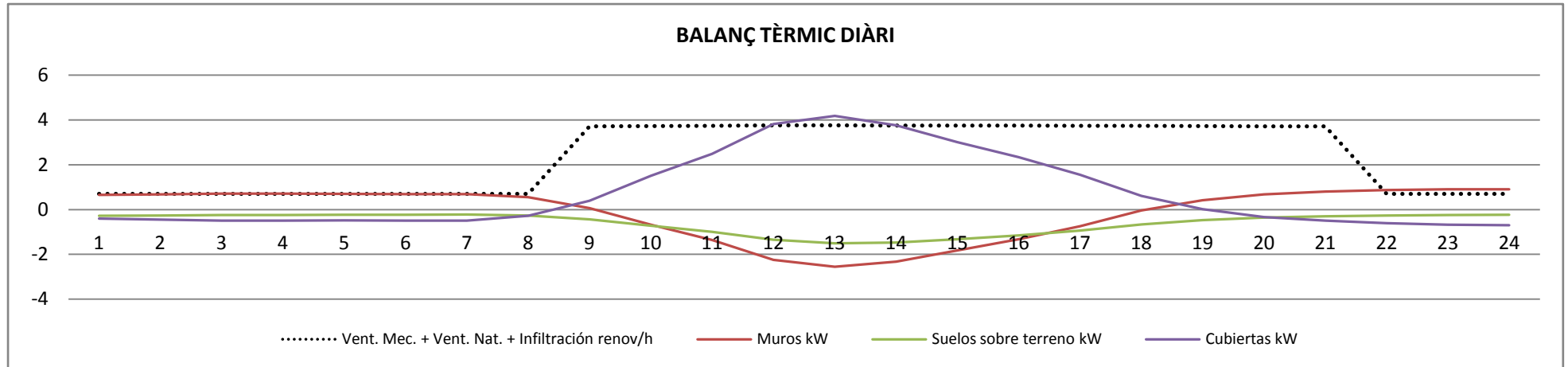
COMPORTAMENT TÈRMIC DE LA ZONA



Gràfic 3.3.3.1. Comparació de la temperatura operativa horària anual filtrades pels mesos més càlid (MARÇ) i fred (AGOST).

FONT: Energy Plus, Design Builder ELABORACIÓ: pròpia

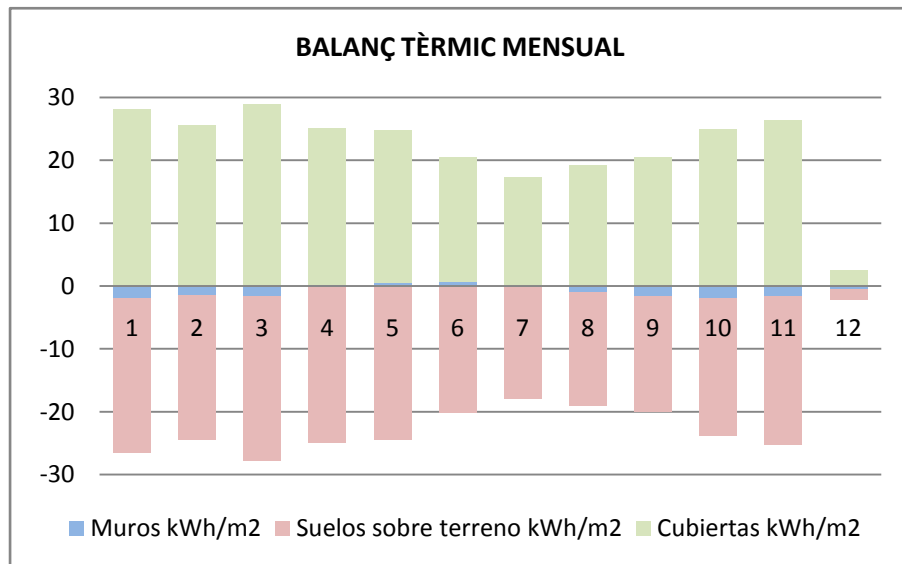




**Gràfic 3.3.3.2.** Correspondència del balanç tèrmic horari (1 dia) i la ventilació natural + infiltracions.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

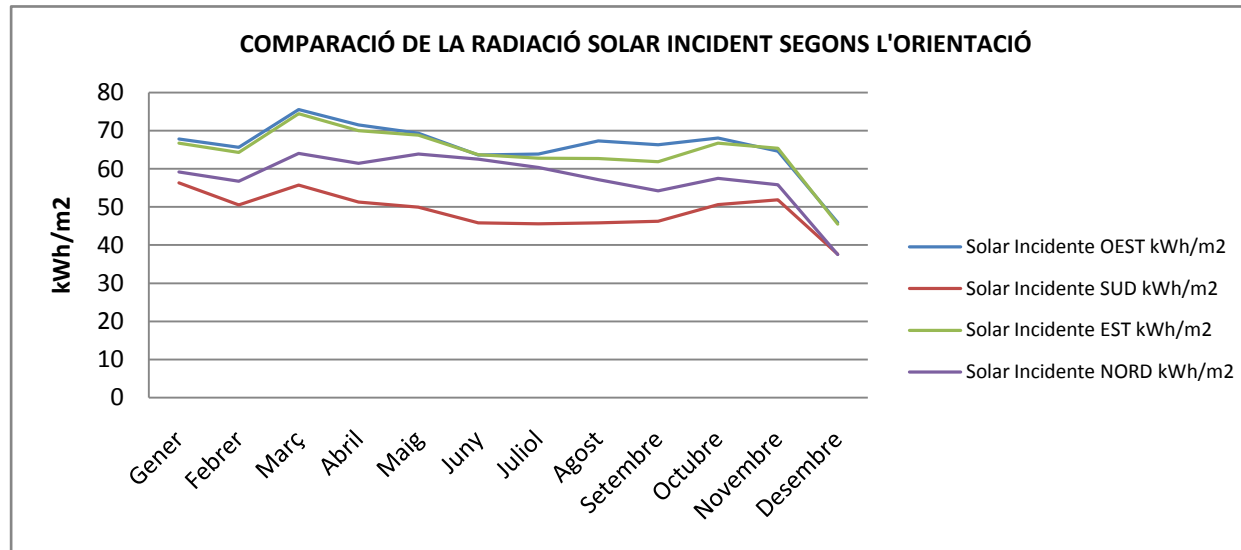


**Gràfic 3.3.3.3.** Balanç tèrmic mensual.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

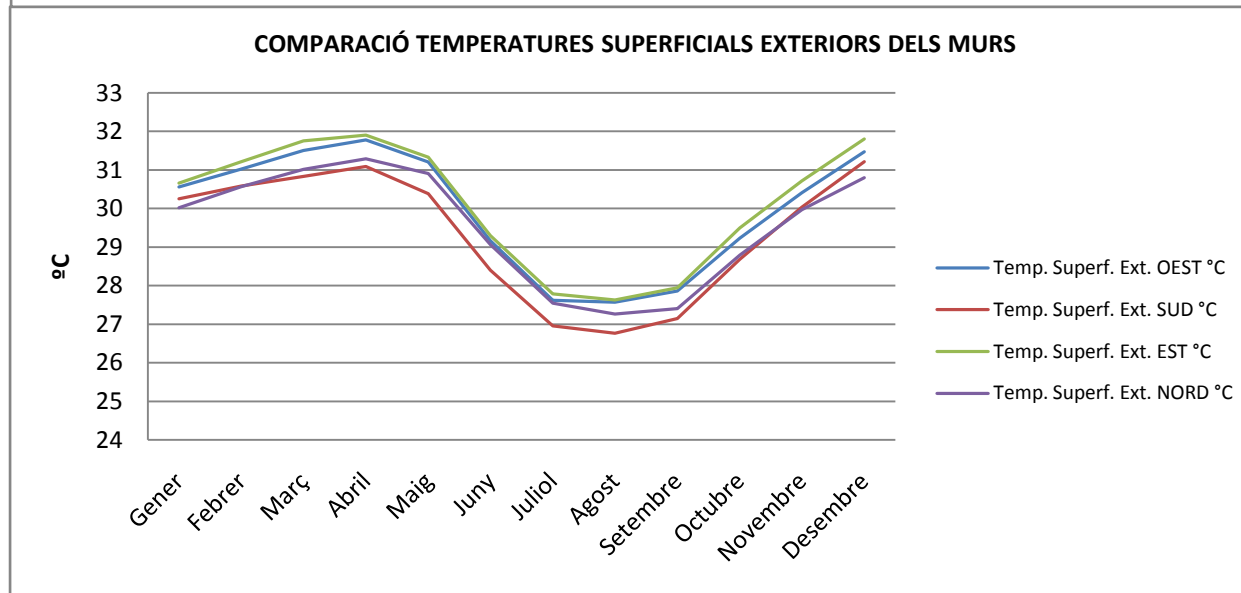
**MURS**



**Gràfic 3.3.3.4.** Comparació de la radiació solar incident segons l'orientació.

FONT: Energy Plus, Design Builder

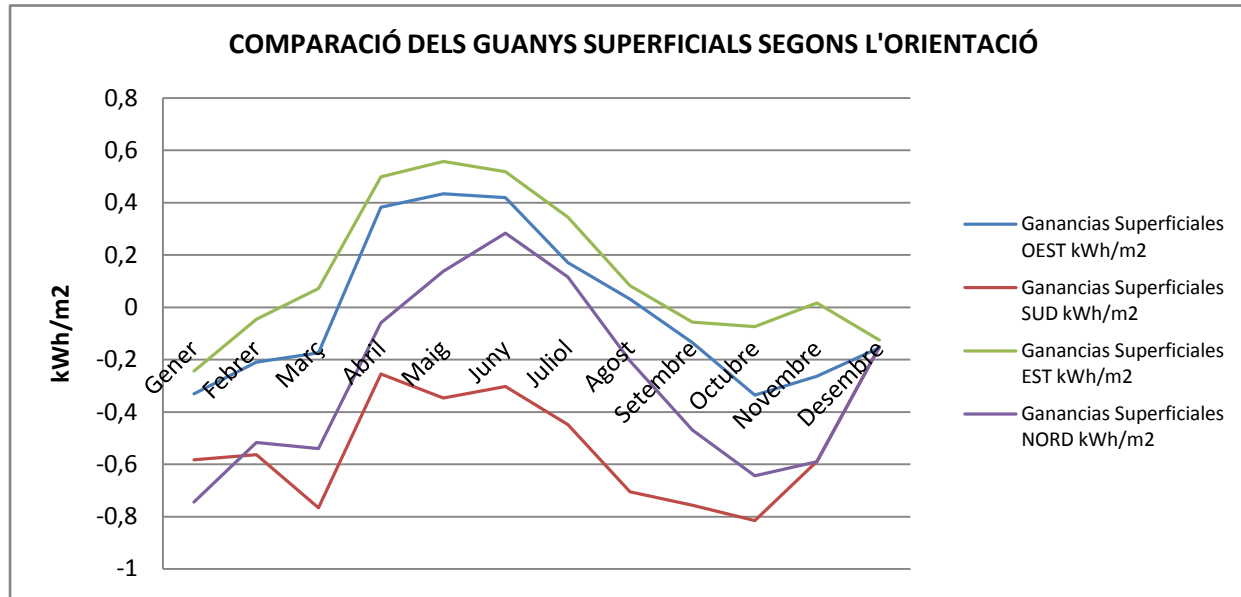
ELABORACIÓ: pròpia



**Gràfic 3.3.3.5.** Comparació de les temperatures de la superfície exterior dels murs.

FONT: Energy Plus, Design Builder

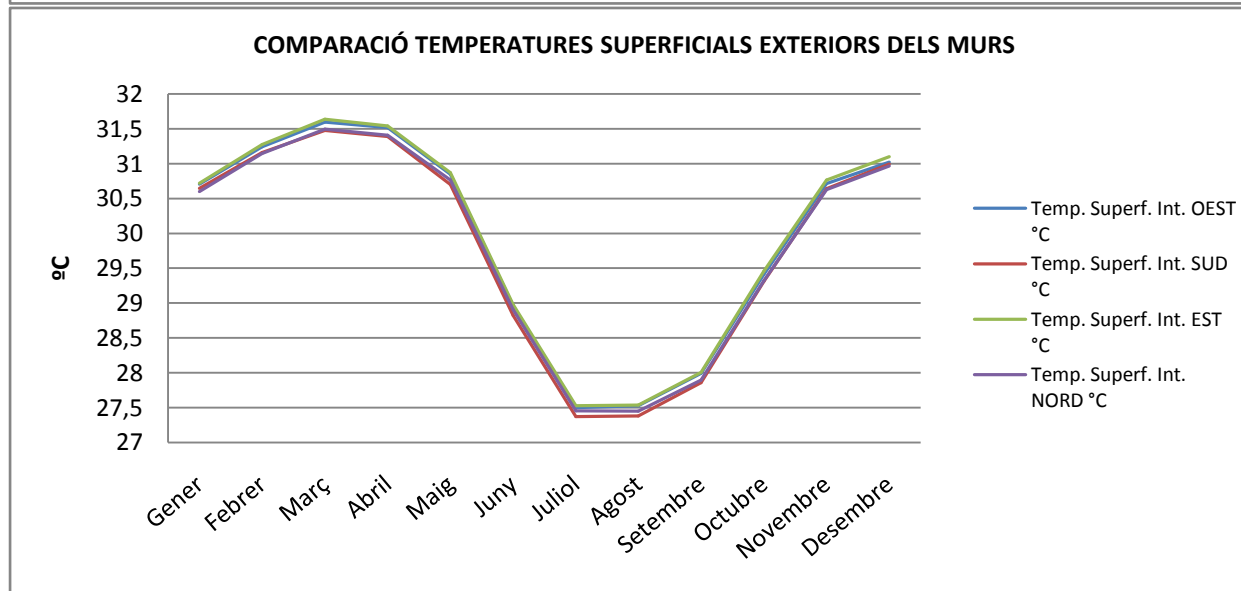
ELABORACIÓ: pròpia



**Gràfic 3.3.3.6.** Comparació dels guanys superficials segons l'orientació.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

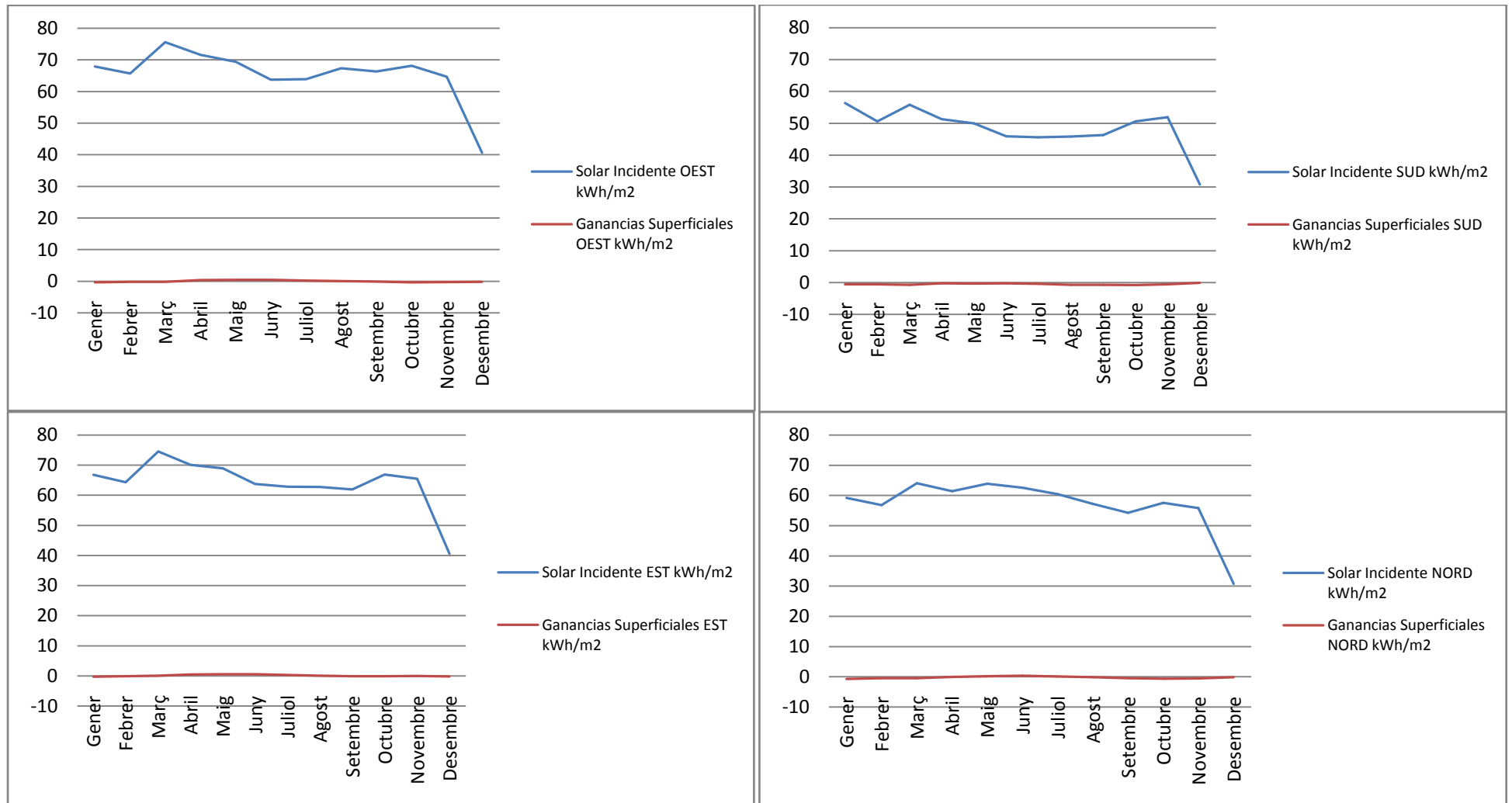


**Gràfic 3.3.3.7.** Comparació de les temperatures de les superfícies interiors dels murs.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

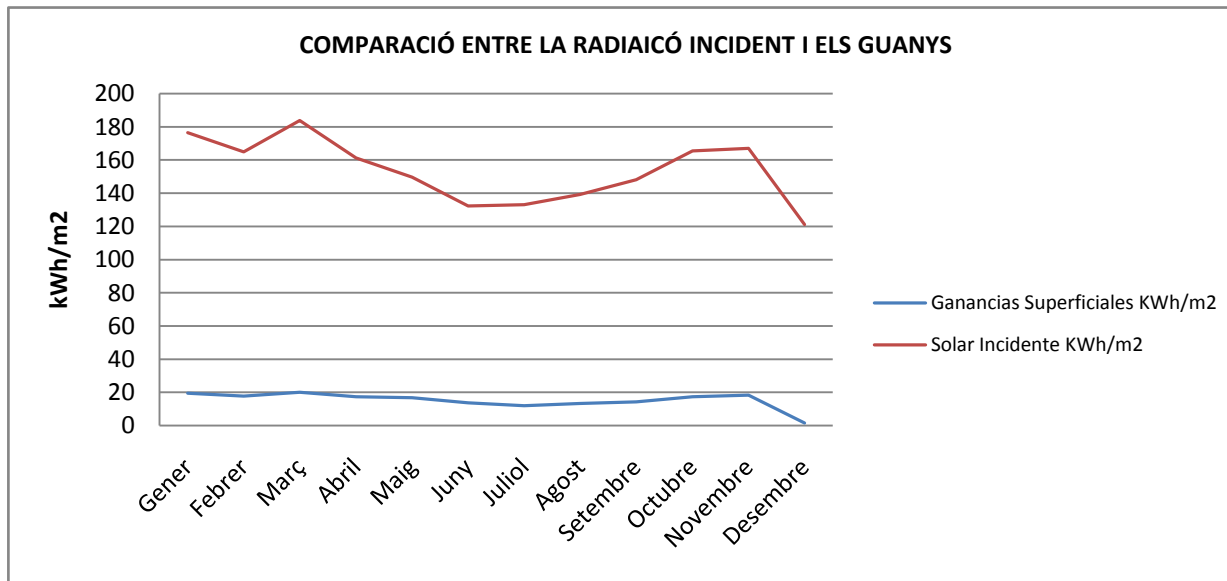
**COMPARACIÓ ENTRE ELS GUANYES SOLARS DE CADA MUR I LA RADIACIÓ SOLAR INCIDENT**



**Gràfic 3.3.3.8.** Comparativa entre els guanys de cadascun dels murs amb la radiació incident en cadascun d'ells.

FONT: Energy Plus, Design Builder ELABORACIÓ: pròpia

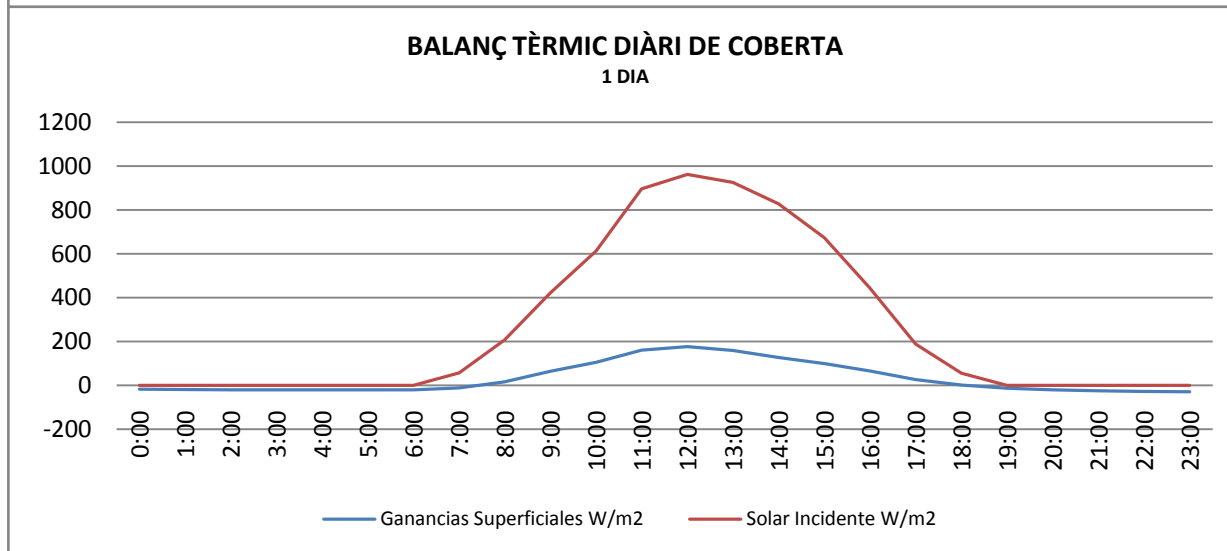
**COBERTA**



*Gràfic 3.3.3.9. Comparació entre els guanys solars de la coberta sobre la radiació solar incident*

*FONT: Energy Plus, Design Builder*

*ELABORACIÓ: pròpia*



*Gràfic 3.3.3.10. Balanç tèrmic diari de la coberta.*

*FONT: Energy Plus, Design Builder*

*ELABORACIÓ: pròpia*

## COMPARACIÓ DE SISTEMES CONSTRUCTIUS

SISTEMES CONSTRUCTIUS	Superfície interior			Superfície exterior			Sense ponts tèrmics		
	Transferència convectiva	Transferència radiant	Resistència superficial	Transferència convectiva	Transferència radiant	Resistència superficial	Valor U de superfície a superfície	Valor R	Valor u
<i>Paràmetres</i>									
<i>Unitats</i>	<i>W/m2K</i>	<i>W/m2K</i>	<i>.m2K/W</i>	<i>W/m2K</i>	<i>W/m2K</i>	<i>.m2K/W</i>	<i>W/m2K</i>	<i>W/m2K</i>	<i>.m2K/W</i>
<b>GF 1</b>	0,32	5,54	0,17	19,87	5,13	0,04	6	0,73	<b>2,65</b>
<b>W 1</b>	2,15	5,54	0,13	19,87	5,13	0,04	1,398	0,885	<b>1,29</b>
<b>R 1</b>	4,46	5,54	0,1	19,87	5,13	0,04	0,83	1,34	<b>0,746</b>
<b>GF 2</b>	0,342	5,54	0,17	19,87	5,13	0,04	3,835	0,471	<b>2,124</b>
<b>W 2</b>	2,152	5,54	0,13	19,87	5,13	0,04	2,293	0,606	<b>1,65</b>
<b>R 2</b>	4,46	5,54	0,1	19,87	5,13	0,04	0,83	1,34	<b>0,746</b>
<b>GF 3</b>	0,342	5,54	0,17	19,87	5,13	0,04	2,40	0,627	<b>1,6</b>
<b>W 3</b>	2,15	5,54	0,13	19,87	5,13	0,04	1,621	0,787	<b>2,171</b>
<b>R 3</b>	4,46	5,54	0,10	19,87	5,13	0,04	5E16	0,14	<b>7,147</b>

GF= Ground Floor

W= Wall R= Roof

1= Tradicional

2= ONGDs

3= Actual

## 4 CONCLUSIONS

### 4.1. CONSTRUCCIÓ TRADICIONAL

De manera general, com s'observa al **gràfic 3.1.1.1.**, la temperatura operativa durant els mesos més calorosos de l'any acostuma a estar per sota de la temperatura exterior; així doncs durant les hores de més calor que coincideixen amb les hores de més radiació (12:00h – 16:00h) dins de l'estança gaudim d'una temperatura més baixa (aproximadament d'uns 2-3 graus Celsius menys, exceptuant alguns pics de calor) amb una temperatura bastant igualada durant la franja nocturna; pel contrari durant els mesos més frescos aquest diferencial s'accentua una mica respecte de l'època seca.

Si llegim els resultats del balanç tèrmic diari (**gràfic 3.3.1.2.**) es determina el següent: els murs guanyen energia durant el dia i la van cedint a l'interior durant la nit ( $T^a_{\text{int nit}} < T^a_{\text{exterior nit}}$ ). Aquest cicle esdevé cada dia, conseqüència d'un sistema muràri que treballa amb inèrcia tèrmica.

De manera progressiva la temperatura interior durant la nit va augmentant reduint el gradient tèrmic amb l'exterior, fins que perd l'energia acumulada, que comença a recuperar-se al dia següent, es per això important combinar el sistema amb una bona ventilació per tal d'optimitzar el funcionament de la inèrcia tèrmica per convecció, i que l'aire en contacte amb el mur extregui el calor emmagatzemat cap a l'exterior.

La coberta comença a rebre radiació des de primera hora del matí i conseqüentment energia, assolint els valors màxims en comparació dels altres elements constructius (0,5 kW respecte 0,3kW dels murs i -0,1 kW del terra); però la capacitat d'inèrcia tèrmica d'aquest element no es tant elevada, de manera que perd energia més ràpidament que l'element del mur, i per tant no ens suposa tants guanys energètics durant el vespre.

Com indiquen les dades obtingudes de l'arxiu meteonorm (**Annex 1 \_ meteonorm**), la franja amb una radiació menor queda compresa entre els mesos d'abril i octubre, en correspondència de l'època de pluges.

Filtrant aquesta informació amb les dades obtingudes per cadascuna de les orientacions durant l'època seca veiem que l'orientació que ens comporta més guanys de manera clara és l'orientació a sud, amb uns valors mínims de 100 kWh/m<sup>2</sup>. Les orientacions a oest, nord i est assoleixen uns valors mínims al voltant dels 70 kWh/m<sup>2</sup>. (**gràfic 3.3.1.4.**) buscarem estratègies per protegir-nos d'aquesta radiació a sud.

Llegint el **gràfic 3.3.1.5** amb clau de l'anterior, veiem de manera clara les orientacions que més radiació reben són les que tenen una temperatura superficial major, tenint en compte que la protecció solar que ofereix el vol de la coberta sobre els murs és el mateix en totes les orientacions i que aquest valor dependrà de si el mur conté obertures que permetin una ventilació, ja que aquesta minorarà els guanys energètics dels murs i en conseqüència la temperatura d'aquests.

La radiació rebuda es tradueix en guanys energètics. Com es pot observar **gràfic 3.3.1.6** les orientacions sud i nord tenen guanys inferiors a est i oest. Aquest comportament s'explica perquè en ambdós murs es localitzen les obertures. Aquestes són una entrada d'aire i infiltracions que de manera progressiva fan que es dissipin els guanys energètics.

Conseqüentment les temperatures interiors (**gràfic 3.3.1.7**) dels quatre murs són relativament similars donat que els ímputs d'entrada ens indiquen que la radiació a sud és molt major, i en conseqüència els guanys i les temperatures haurien de ser majors.

## 4.2. CONSTRUCCIÓ ONGDs

Com s'observa al **gràfic 3.3.2.1**, la temperatura operativa tant en els mesos més calurosos (època seca) com durant els mesos més ferscos (època d pluges) és lleugerament inferior respecte la temperatura exterior durant el dia.

Durant la franja nocturna s'estableix un patró bastant regular de temperatures en el qual la temperatura interior al vespre es lleugerament més elevada que la temperatura exterior això comporta que el flux d'energia que el mur ha anat acumulant durant el dia s'escapi cap a l'exterior ( $T^{\text{a}}_{\text{int}} > T^{\text{a}}_{\text{ext}}$ ) i per tant en l'última franja horària no es registren guanys energètics. Aquest comportament s'explica perquè el material del sistema, adob millorat amb ciment, té una resistivitat menor, de manera que el pas d'energia és molt més fàcil entre l'exterior i l'interior creant un ambient interior més calorós que l'anterior. (0,3 kW de guanys de l'adob respecte a 0,6 kW del bloc d'adob estabilitzat amb ciment, durant la franja nocturna).

El sistema constructiu del forjat es converteix en l'únic element que ens ocasiona pèrdues energètiques (**gràfic 3.3.2.3**); en certa manera aquest fet ens ajuda a reduir la temperatura interior de l'estança, que en comparació a la construcció tradicional és una mica més elevada.

El **gràfic 3.3.2.2** mostra que el mur d'adob estabilitzat amb ciment té el mateix comportament que el mur d'adob; acumula energia durant el dia fins arribar al seu valor màxim quan comença la franja nocturna i va perdent l'energia al llarg de la nit cedint-la, en aquest cas, a l'exterior donat que la temperatura interior és lleugerament més baixa que a l'exterior

En ambdós casos les pèrdues energètiques durant el dia es deuen també a la ventilació de l'estança, els horaris de la qual es poden veure en el segon apartat d'aquest mateix annex.

Els sistema constructiu de coberta utilitzat és el mateix que en la construcció tradicional així doncs podem extrapolar a aquesta tipologia els resultats comentats anteriorment al respecte del comportament tèrmic d'aquest element.

Tot i millorar la solució constructiva de forjat, aquest continua tenint pèrdues, són però, majors en comparació del sistema tradicional ja que s'utilitza part de ciment en la confecció dels fonaments i aquest és més conductiu que la terra.

Llegint els **gràfics 3.3.2.4/3.3.2.5/3.3.2.6/3.3.2.7** s'observa que l'orientació a sud és la que més radiació rep assolint uns valors màxims i mínims de 182 kWh/m<sup>2</sup> i 100 kWh/m<sup>2</sup> respectivament en comparació dels 85 kWh/m<sup>2</sup> i 65 kWh/m<sup>2</sup> de les altres orientacions.

Això es tradueix en unes temperatures superficials exteriors tals que 28,5°C màxims i 25°C mínims en orientació sud i aproximadament 27,5°C màxims i 24,5°C mínims en la resta.

Tenint en compte la diferència de radiació solar rebuda en funció de l'orientació unes temperatures superficials exteriors i interiors tant similars s'expliquen perquè les proteccions solar previstes tenen les mateixes dimensions en totes les orientacions.

Si es localitzen les obertures en les orientacions més penalitzades, aconseguirem reduir el guany d'aquestes.



### 4.3. CONSTRUCCIÓ ACTUAL

S'observa al **gràfic 3.3.3.1.** el patró que s'estableix en aquest tipus de construccions on la temperatura operativa de l'estança és superior que la temperatura de l'aire exterior, de manera general, durant tot l'any. Això comporta una sensació de desconfort constant; el diferencial de temperatures es gran durant les hores de més radiació tot i que durant la franja nocturna aquest es redueix bastant, especialment durant l'època de pluges.

En aquest cas la majoria dels sistemes constructius utilitzats careixen d'inèrcia tèrmica de manera que el comportament d'aquests elements difereixen completament dels casos esmentats anteriorment.

Podem determinar de manera global, segons el **gràfic 3.3.3.3.** que la coberta és l'únic element que suposa guanys energètics en comparació del sistema de murs i el forjat amb uns guanys de 25kWh/m<sup>2</sup> respecte -0,1 kWh/m<sup>2</sup> i -25 kWh/m<sup>2</sup>.

Si llegim el **gràfic 3.3.3.2.** conjuntament amb l'anterior veiem la correspondència d'aquestes pèrdues i guanys segons el comportament de cada element constructiu:

L'element de mur respecte de les altres construccions té uns guanys de 0,5kW i unes pèrdues de fins a 2 kW durant el dia que és la franja horària durant la qual es ventila per mitjà de les obertures (sense tenir en compte les infiltracions); això es deu a les característiques del ciment com a material en comparació de la terra, aquest és molt més conductiu i per tant no oposa tanta resistència a la transmissió de calor; tant els guanys com les pèrdues esdevenen amb relativa facilitat-

Un comportament molt similar a aquest el té el forjat format per una llosa de ciment; tot i que cal tenir en compte que els valors de guanys i pèrdues són menors donat que és un material amb una resistivitat molt baixa.

La coberta mostra un comportament diferent, al tractar-se únicament d'una xapa de zinc de pocs mm d'espessor ens trobem davant d'un sistema constructiu sense inèrcia tèrmica, així doncs es registren els valors màxims de guanys energètics (200 W/m<sup>2</sup>) durant les hores de més radiació i aquests comencen a disminuir a mida que s'acaben les hores de radiació.

Aquest guany es tradueix en unes temperatures de les superfícies exteriors (**gràfic 3.3.3.5**) tals que 40,5 °C de màximes i 25°C de mínimes en l'orientació sud. Les altres orientacions tenen unes temperatures superficials similars, més diferenciades durant l'època seca.

Les temperatures interiors registrades (**gràfic 3.3.3.7.**) són en orientació sud de 30°C durant l'època seca i de 26°C en l'època de pluges mentre que en la resta d'orientacions aquests valors són, aproximadament, de 28,5°C i 25°C respectivament; donat la diferència de radiació que rep cadascuna de les orientacions en comparació de l'orientació sud aquesta similitud de temperatures s'explica perquè en els murs més penalitzats estan localitzades les obertures d'accés i al mateix temps de ventilació.

Amb tot, les temperatures obtingudes són notablement més elevades en comparació d'ambdues tipologies estudiades.

#### 4.4. CONCLUSIONS GENERALS

Després de llegir els resultats obtinguts de les simulacions realitzades amb *Design Builder* i de l'experiència obtinguda en el terreny, es fa necessària la proposta d'estratègies que ens condueixin a una millora factible del confort en aquest tipus d'edificacions.

Determinem:

**1** La millor opció per aconseguir una reducció de guanys energètics tant en coberta com en murs és **aïllar-nos el màxim possible de la radiació solar directa**.

Per mitjà d'un embolcall independitzat de l'espai interior habitable o bé augmentant la secció del mur fins a espessors de 40 o 50 centímetres per esmorteir els guanys per optimitzar el sistema.

**2** L' utilització de nous materials en la mida estrictament necessària i d'una manera coherent amb el sistema constructiu i l'aplicació d'estratègies bioclimàtiques ens poden permetre resoldre alguns punts de desconfort sense penalitzar el confort tèrmic interior; millorant substancialment els problemes de pèrdua de material exterior (amb l'ús de materials més impermeables com ho és el ciment) i d'humitats per capil·laritat combinant-los amb una ventilació major per no augmentar el percentatge d'humitat interior.

Es important destacar, que qualsevol tecnologia constructiva en pro de la recollida d'aigua es valora positivament per la població, qui de manera generalitzada tendeix a refusar qualsevol canvi proposat per un forani.

## 5 LLISTAT DE FIGURES

Figura 2.2. Estructura d' Energy Plus .....	3
Figura 2.2. Cinturó del Shael.....	4
Figura 3.3.1.1. Construcció típica tradicional .....	9
Figura 3.3.2.1. Construcció ONGDs .....	17
Figura 3.3.3.1. Construcció actual a País Bassari .....	25

## 6 LLISTAT DE TAULES

Taula 3.1.1. Característiques dels materials utilitzats .....	7
Taula 3.1.2. Relació de propietats dels materials.....	7
Figura 3.2.1. Elements .....	8
FONT: pròpia, (IJG) Institut Jane Goodall , Departament de Bio construcció .....	8
Taula 3.3.1.1. Descripció i detalls del sistema constructiu tradicional.....	9
Taula 3.3.2.1. Descripció i detalls del sistema constructiu de les ONGDs .....	17
Taula 3.3.3.1. Descripció i detalls del sistema constructiu actual .....	25

## 7 LLISTAT DE GRÀFICS

Gràfic 3.1.1.1. Comparació de la temperatura operativa horària anual filtrades pels mesos més càlid (MARÇ) i fred (AGOST).....	10
Gràfic 3.3.1.2. Correspondència del balanç tèrmic horari (1 dia) i la ventilació natural + infiltracions. ....	11
Gràfic 3.3.1.3. Balanç tèrmic mensual.....	11
Gràfic 3.3.1.4. Comparació de la radiació incident segons l'orientació. ....	12
Gràfic 3.3.1.5. Comparació de les temperatures de la superfície exterior dels murs. ....	12
Gràfic 3.3.1.6. Comparació dels guanys superficials segons l'orientació. ....	13
Gràfic 3.3.1.7. Comparació de les temperatures de la superfície interior dels murs. ....	13
Gràfic 3.3.1.8. Comparativa entre els guanys de cadascun dels murs amb la radiació incident en cadascun d'ells. ....	14
Gràfic 3.3.1.9. Radicació solar incident a coberta segons orientació.....	15
Gràfic 3.3.1.10. Comparació entre els guanys solars de cada coberta sobre la radiació solar incident.....	16
Gràfic 3.3.2.1. Comparació de la temperatura operativa horària anual filtrades pels mesos més càlid (MARÇ) i fred (AGOST).....	18
Gràfic 3.3.2.2. Correspondència del balanç tèrmic horari (1 dia) i la ventilació natural + infiltracions. ....	19
Gràfic 3.3.2.3. Balanç tèrmic mensual.....	19
Gràfic 3.3.2.4. Comparació de la radicació solar incident segons l'orientació. ....	20
Gràfic 3.3.2.5. Comparació de les temperatures de la superfície exterior dels murs. ....	20
Gràfic 3.3.2.6. Comparació dels guanys superficials segons l'orientació. ....	21
Gràfic 3.3.2.7. Comparació de les temperatures de les superfícies interiors dels murs. ....	21
Gràfic 3.3.2.8. Comparativa entre els guanys de cadascun dels murs amb la radiació incident en cadascun d'ells. ....	22
Gràfic 3.3.2.9. Comparació entre els guanys solars de cada coberta sobre la radiació solar incident.....	23
Gràfic 3.3.3.1. Comparació de la temperatura operativa horària anual filtrades pels mesos més càlid (MARÇ) i fred (AGOST).....	26
Gràfic 3.3.3.2. Correspondència del balanç tèrmic horari (1 dia) i la ventilació natural + infiltracions. ....	27
Gràfic 3.3.3.3. Balanç tèrmic mensual.....	27
Gràfic 3.3.3.4. Comparació de la radicació solar incident segons l'orientació. ....	28
Gràfic 3.3.3.5. Comparació de les temperatures de la superfície exterior dels murs. ....	28
Gràfic 3.3.3.6. Comparació dels guanys superficials segons l'orientació. ....	29
Gràfic 3.3.3.7. Comparació de les temperatures de les superfícies interiors dels murs. ....	29
Gràfic 3.3.3.8. Comparativa entre els guanys de cadascun dels murs amb la radiació incident en cadascun d'ells. ....	30
Gràfic 3.3.3.9. Comparació entre els guanys solars de la coberta sobre la radiació solar incident .....	31
Gràfic 3.3.3.10. Balanç tèrmic diari de la coberta. ....	31

## 8 BIBLIOGRAFIA

[<http://>]GOOGLE, Motor de Recerca  
[www.google.com](http://www.google.com)

### [Curs] Design Builder

Curs de 20h de Design Builder, Estudi SEED Barcelona.

Professor: Alfonso Godoy, Arquitecte Superior, PhD Student UPC.

[Programes] BIM, Programes de Simulació Dinàmica

*Design Builder*

### [Testimonis]

#### **Família Tamba**

Cheri Toumany Tamba

s/c de Seydou Sané; Ziguinchor; b/p 353

Ziguinchor, Senegal

Família d'acollida

#### **Voluntaris de l'Institut Jane Goodall (IJG)**

Residents a Dindéfélo, regió de Kédougou

Dos anys o més

#### **Patricia Font Martin**

Experiència 1 mes al sud de Senegal

Ziguinchor, Oussouye, Bignona, Kolda, Tambacounda, Kédougou

#### **Abdou Mawa Ndiaye**

Senegalès resident a Barcelona

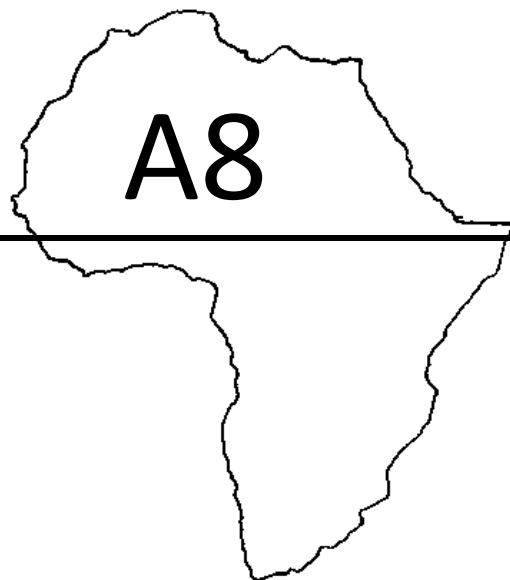
Tècnic del departament de Joventut de la Generalitat de Barcelona

#### **"Budy"**

Senegalès resident a Dindéfélo, natiu de Dindéfélo.

Guia turístic i amic.

UTILITAT





## ANNEX 8

## ÍNDEX

ANNEX 8 .....	1
ÍNDEX.....	1
1 OBJECTIU .....	3
2 METODOLOGIA.....	3
2.1. HORARI D'ACTIVITATS DIÀRIES EN FUNCÍÓ DE L'ÈPOCA DE L'ANY I EL SEXE .....	3
2.1. CALENDARI AGRÍCOLA DELS DIFERENTS CULTIUS PRESENTS A LA REGIÓ DE PAÍS BASSARI .....	3
3 GRÀFIQUES .....	4
4 ANÀLISI DE LES GRÀFIQUES .....	9
5 CONCLUSIONS .....	10
6 LLISTAT DE GRÀFICS.....	12
7 LLISTAT DE FIGURES.....	12
8 BIBLIOGRAFIA .....	12





## UTILITAT: Calendaris agrícoles i activitats diàries

---

### 1 OBJECTIU

L'Objectiu d'aquest annex és presentar un calendari d'activitats agrícoles i un horari d'activitats diari dels nadius de País Bassari fent diferenciació en:

L'època de l'any: època de pluges / època seca  
Sexe: homes/ dones

D'aquesta manera podrem determinar quin ús es fa de les edificacions i en quina franja horària per poder determinar com hem de treballar amb els recursos constructius que tenim per aconseguir una millora de confort significativa en la franja horària en que l'edificació està sent utilitzada.

### 2 METODOLOGIA

A continuació s'adjunten una sèrie de gràfiques que ens permetran obtenir conclusions al respecte de les activitats quotidianes, feines de camp i horaris dels Bassari, Bedik i Fulani.

#### 2.1. HORARI D'ACTIVITATS DIÀRIES EN FUNCIÓ DE L'ÈPOCA DE L'ANY I EL SEXE

Per a la elaboració d'aquesta gràfica ha sigut imprescindible la col·laboració d'Abdou Mawa Ndiaye, Senegalès resident a Barcelona des de l'any 2000, tècnic de l'Agència Catalana de Joventut de la Generalitat de Barcelona i ajudant en diverses empreses de construcció a Senegal, que ha col·laborat en el projecte de manera activa com a font d'informació sobre costums, tradicions i altres. Aquest testimoni s'ha corroborat a posteriori amb el desplaçament a terreny.

Veure **gràfica 3.1**.

#### 2.1. CALENDARI AGRÍCOLA DELS DIFERENTS CULTIUS PRESENTS A LA REGIÓ DE PAÍS BASSARI

Per a la elaboració d'aquesta gràfica s'han tingut en compte la diversitat de cultius existents a la regió de Bais Bassari sobre els quals treballen els homes dels diferents assentaments Bassari, Bedik i Fulani, ja que les dones generalment queden excloses de les tasques de camp relegades a la preparació dels àpats i manteniment de la llar i els nens.

S'han determinat els temps de sembra i collita per tal de poder entendre d'una manera ràpida i molt visual quins mesos els homes poden dedicar-se a les tasques constructives.

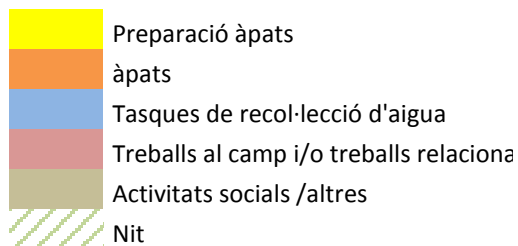
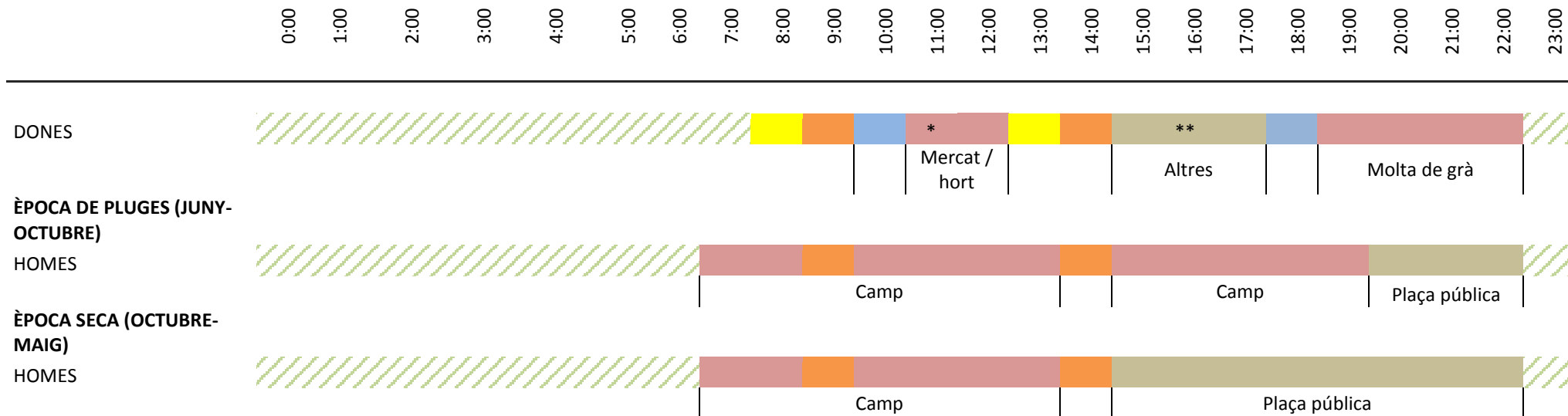
Veure **gràfica 3.2**.

### 3 GRÀFIQUES

**Gràfica 3.1** Horari d'activitats diàries en funció de l'època de l'any i el sexe.

FONT: Abdou Mawa Ndiaye, experiència pròpia

ELABORACIÓ: pròpia



#### DIES ESPECIALS A PAYS BASSARI

##### DIVENDRES (SÉNÉGAL)

Com el diumenge per als cristians, divendres es el dia de pregària, així que tots els homes asisteixen a la Mesquita a la 13:00 pm i la resta d'activitats es paralitzen; no es el mateix cas per les dones, que estaràn preparant el dinar per a la família, però elles surten a la plaça a lluir vestits i pintures en acabat de dinar.

##### DIUMENGE (Dindéfélo)

Totes les activitats es paralitzen de 8:00 a 17:00 a causa d'un mercat popular que s'organitza a la plaça (*Skale*).




























\*Quan el camp de treball esta lluny de la residència familiar l'horari femení es veu alterat perquè, si no pot pagar a un nen per a la tasca, ella mateixa porta el dinar a l'home que està al camp.

\*\*Amb la introducció de mobles a la vivenda; aquestes primeres hores de la tarda poden utilitzar-les en descansar al llit o a la sala.














































**Gràfica 3.2.** Calendari agrícola de sembra i collita dels cultius presenta a la regió de País Bassari

FONT: <http://www.fao.org/home/es/>

ELABORACIÓ: pròpia










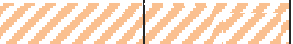






		GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DES
<b>CEREALES</b>	<b>ARRÒS</b>												
	<i>Sembra</i>												
	<i>Collita</i>												
	<b>FONIO</b>												
	<i>Sembra</i>												
<i>Collita</i>													
<b>BLAT</b>													
<i>Sembra</i>													
<i>Collita</i>													
<b>MILL</b>													
<i>Sembra</i>													
<i>Collita</i>													
<b>SORGO</b>													
<i>Sembra</i>													
<i>Collita</i>													

6 Millora de les condicions de confort de la construcció tradicional de Senegal

		GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DES
OLEAGINOSOS	<b>CACAHUET (mani)</b> <i>Sembra</i> <i>Collita</i>												
	<b>SÈSAM</b> <i>Sembra</i> <i>Collita</i>												
		GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DES
TUBERCLES	<b>BONIATO</b> <i>Sembra</i> <i>Collita</i>												
	<b>YUCA</b> <i>Sembra</i> <i>Collita</i>												
		GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DES
LLEGUMINOSES	<b>CAUPÍ</b> <i>Sembra</i> <i>Collita</i>												

		GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DES	
<b>HORTALISSES</b>	<b>AJÍ</b>													
	<i>Sembra</i>													
	<i>Collita</i>													
	<b>ALBERGINIA</b>													
	<i>Sembra</i>													
	<i>Collita</i>													
	<b>ENCIAM</b>													
	<i>Sembra</i>													
<i>Collita</i>														
<b>MELÓ</b>														
<i>Sembra</i>														
<i>Collita</i>														
<b>NAB</b>														
<i>Sembra</i>														
<i>Collita</i>														
<b>NAKATI ETÍOP</b>														
<i>Sembra</i>														
<i>Collita</i>														
<b>ORCA</b>														
<i>Sembra</i>														
<i>Collita</i>														
<b>COGOMBRE</b>														
<i>Sembra</i>														

8 Millora de les condicions de confort de la construcció tradicional de Senegal

<i>Collita</i>												
<b>REPOLLO</b> <i>Sembra</i> <i>Collita</i>												
<b>TOMAQUET</b> <i>Sembra</i> <i>Collita</i>												
<b>SINDRIA</b> <i>Sembra</i> <i>Collita</i>												
<b>PASTANAGA</b> <i>Sembra</i> <i>Collita</i>												
<b>ZUCCHINI</b> <i>Sembra</i> <i>Collita</i>												

## 4 ANÀLISI DE LES GRÀFIQUES

S'observa la **gràfica 3.1** que són les dones qui més temps passen a l'assentament; això no vol dir que tot aquest temps l'inverteixin en la realització de tasques dins de l'estança donat que la majoria d'activitats desenvolupades estan relacionades amb la cuina i preparació dels àpats amb els aliments que els proporcionen els homes de la família, i aquestes activitats es duen a terme al pati exterior que generen les diferents estances que conformen l'assentament.

Així doncs, durant el dia, un petit col·lectiu de dones treballa als horts propers a l'assentament en tasques de recol·lecció principalment en funció de la temporada, una petita porció de temps durant el matí.

De manera global, les tasques principals a desenvolupar, i que es van realitzant al llarg del dia segons es determina a la gràfica, són:

- Cuina i preparació d'àpats
- Recol·lecció d'aigua (dues vegades al dia, o les que siguin necessàries) de manera generalitzada tindran accés a un pou relativament proper, si la vila es un nucli més o menys gran, no com el cas d'Iwol, per exemple)
- Confecció de teixits i membranes amb materials de la zona (fulla de palma, *kretting*)
- Educació i vigilància dels nens, i especialment de les nenes de la família.

Aquesta darrera sovint esdevé de manera paral·lela a altres activitats, ja que ja constitueix un aprenentatge en sí que les nenes acompanyin a les mares i altres dones durant les tasques que realitzen al llarg del dia.

Respecte l'ús que fan els homes de les estances podem comentar de manera clara que és el col·lectiu que menys les utilitza de manera global, donat que la major part del temps el destinen a realitzar les tasques de sembra i collita als camps de conreu, que estan aproximadament a una o dues hores a peu de l'assentament, en alguns casos, si no es així tornen a casa per dinar.

En època seca el temps invertit en aquestes tasques és menor, i queda delimitat en la franja horària de les primeres hores del dia, ja que només treballen sobre cultius ( veure **gràfica 3.2** ) com per exemple els tubercles i gran part de les hortalisses, que són cultius anuals, mai deixen de ser de temporada i que acaben esdevenint la font d'aliments principal durant tot l'any., però el gruix de treball es redueix proporcionalment al nombre de cultius que no son de temporada.

Durant aquests mesos compresos entre juny i octubre en acabar el mati tornen a l'assentament per dinar amb la resta de la família i després dediquen el seu temps a activitats purament d'oci i constructives, si per l'època es factible.

En l'època de pluges el temps invertit en aquestes tasques es duplica, donat que hi ha molts cultius amb els que treballar, principalment tota la varietat de cereals (arròs, blat, mill, etc), oleaginosos (cacahuet i sèsam), lleguminoses, entre altres cultius de caràcter anual que hem mencionat anteriorment.

Veiem de manera clara que el gruix de treball agrícola és sensiblement més elevat en aquesta època de l'any. Això comporta, donat que les distàncies són considerables entre els assentaments i els camps, que moltes



vegades no tornin a casa per dinar, fent-ho en el lloc de treball on disposen d'una sèrie d'edificacions molt més efímeres ( **figura 4.1** ), normalment construïdes amb materials amb una durabilitat molt menor, perquè l'única funció que tenen que acomplir és la de protegir-los unes poques hores al dia.

**Figura 4.1** – Edificació efímera – Treball al camp

*Cobert construït amb una estructura de branques de fusta i palla com acabat de coberta per a protegir al pagès del sol durant les hores de treball i de la pluja en el cas que comenci una tempesta durant la jornada de treball.*

*Iwol, País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal.*

*FONT: pròpia*

## 5 CONCLUSIONS

**1** L'ús de l'estança per part de les dones queda relegat a última hora del vespre a mode d'habitació principalment, tot i que al llarg del dia també se'n fa el mateix ús però en períodes de temps generalment curts i de manera imprevisible; tot i que amb la clara tendència a aquest canvi de forma que hem tractat en altres annexes ( veure **annex 2\_Construccions properes** i **annex 3\_Materials amb tradició constructiva**) s'estan introduint mobles i començant a fer una pinzellada sobre el que representa l'aprofitament de l'espai i moblar un interior, durant els pics de calor registrats entre les 12:00 i les 16:00 pm, havent dinat les dones acostumen a enretirar-se i descansar o bé al llit o bé a la sala.

De manera que l'ús de l'estança comença a expandir-se en petites franges més prologades al llarg del dia.

**2** En època de pluges, moltes de les activitats anomenades anteriorment no es poden realitzar a l'aire lliure. En el cas de les tasques de cuina, al pati central tenen una petita edificació com es pot veure en la **figura 5.1** o zones amb algun tipus de cobert, i moltes vegades sense ell, com es pot veure en la **figura 5.2**, per poder realitzar -les. La tecnologia constructiva emprada per a aquestes petites edificacions divergeix de la utilitzada en estances destinades a ser habitacions donat que l'ús es diferent i els requeriments son diferents.

Necessitem evacuar tot el fum que genera el foc de carbó i controlar molt bé la flama.



*Figura 5.1.*



*Figura 5.2.*

**Figura 5.1.** – Espai cuina - Construcció

Construït principalment amb branques i mantenint la coberta de palla, les parets es confeccionen amb Kretting (trenat de bambú) o en alguns casos amb trenats de fulla de palma per tal de que el mur en sí confereixi un cert grau de ventilació per evacuar el fum que genera el carbó utilitzat.

**Figura 5.2.** – Espai cuina - Pati central d'un assentament

Visualització de l'organització de les diferents estances d'una mateixa família al voltant del pati on es localitza la zona de cuina al bell mig d'aquest.

Iwol, País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal

FONT: [www.google.com](http://www.google.com) [esquerra] ; pròpia [dreta]



**3** Per a al realització d'altres activitats, com per exemple la confecció de tèxtils, s'han de desplaçar a l'interior de les estances en els casos en els que no es disposi d'una zona exterior coberta, com passa en la majoria d'edificacions i assentaments, i moltes vegades, encara que es disposi d'un element d'aquest tipus (**figura 5.3**) aquest funciona de manera òptima com a element de protecció solar, però no com un element de protecció contra la pluja i acaba resultant insuficient en aquests casos, de manera que podem determinar que segons l'època de l'any les habitacions es converteixen en petits punts de reunió de manera arbitrària.

**Figura 5.3** – Construcció auxiliar - cobert

S'entén com un element de protecció solar i que serveix per a que les dones puguin realitzar tasques a l'aire lliure protegides del sol, però també els dies de pluja, talment és utilitzada per a que la mainada jégui.

En la imatge es pot observar: **1** estors confeccionats amb fulles i/o kretting i **2** l'espai exterior destinat a la preparació dels àpats

Iwol, País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal.

FONT: pròpia



Cal tenir present, que cada vegada més els autòctons busquen l'especialització en un ofici al marge de l'agricultura, perquè és una zona molt turística i comencen a oferir molts altres serveis, també per a la gent resident a la vila (siguin autòctons o voluntaris per projectes a curt, mig o llarg termini)

És així doncs, com molta de la població comença a treballar en petits comerços i podem trobar amb relativa facilitat *Saloons de Coiffure, Internet Rooms, Restaurants, "Boissons ici", Tallieurs i ateliers de couture* i una infinitat de *boutiques* d'equipaments, menjar (entenen com a menjar, alguns tipus de galetes, petits formatgets, alguna crema de xocolata o margarina, i especialment pa).

Gairebé tots aquests establiments estan construïts amb bloc de ciment i coberta de zinc, i l'ús d'aquestes edificacions no queda restringit a la franja nocturna; els treballadors d'aquests tipus de negoci tenen uns horaris aproximadament de **9:00 am – 17/18/19/20:00 am** en funció del sexe i de l'activitat, amb els descansos corresponents per als dinars i les pregàries.

**4** Les dones acostumen a tenir reunions entre elles per organitzar les activitats i tasques socials que desenvolupen amb els familiars i els veïns, amb els nens i els homes principalment. Moltes de les activitats no es realitzen de manera individual així doncs el moment de cuina o altres activitats són un bon punt de trobada per realitzar aquestes reunions; però les estances també ho són quan les condicions meteorològiques o els recursos no permeten fer-les a l'aire lliure.

**5** L'època seca és el millor moment per dur a terme totes les activitats relacionades amb la construcció, perquè meteorològicament el temps és favorable i l'elevada pluviometria deixa de ser un inconvenient constant, i a més, donat el calendari agrícola existent els homes disposen de temps per dedicar-s'hi.

**6** L'ús de l'estança per part dels homes és molt més limitat, ja que acostumen a passar la major part del seu temps fora de l'assentament en les seves tasques i el temps restant el dediquen principalment a l'oci. Així doncs, l'ús de l'estança per part dels homes queda relegat a última hora del vespre a mode d'habitació, sigui quina sigui l'època.

## 6 LLISTAT DE GRÀFICS

Gràfica 3.1 Horari d'activitats diàries en funció de l'època de l'any i el sexe. ....	4
Gràfica 3.2. Calendari agrícola de sembra i collita dels cultius presenta a la regió de País Bassari .....	5

## 7 LLISTAT DE FIGURES

Figura 4.1 – Edificació efímera – Treball al camp .....	9
Figura 5.1. – Espai cuina - Construcció .....	10
Figura 5.2. – Espai cuina - Pati central d'un assentament .....	10
Figura 5.3 – Construcció auxiliar - cobert .....	11

## 8 BIBLIOGRAFIA

[[http://](http://www.fao.org)] **FAO**, Food and Agriculture Organization of the United Nations  
[www.fao.org](http://www.fao.org)

[[http://](http://www.google.com)] **GOOGLE**, motor de recerca  
[www.google.com](http://www.google.com)

### [Testimonis]

#### **Família Tamba**

Cherif Toumany Tamba, *Anine*  
s/c de Seydou Sané; Ziguinchor; b/p 353  
Ziguinchor, Senegal  
Família d'acollida.

#### **Abdou Mawa Ndiaye**

Senegalès resident a Barcelona  
Tècnic del departament de Joventut de la Generalitat de Barcelona desde l'any 2000.

#### **Diaw Diallo**

Senegalès, natiu de dindéfelo, País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal  
Guia turístic de la zona de País Bassari, i constructor local quan no hi ha feina amb estrangers.

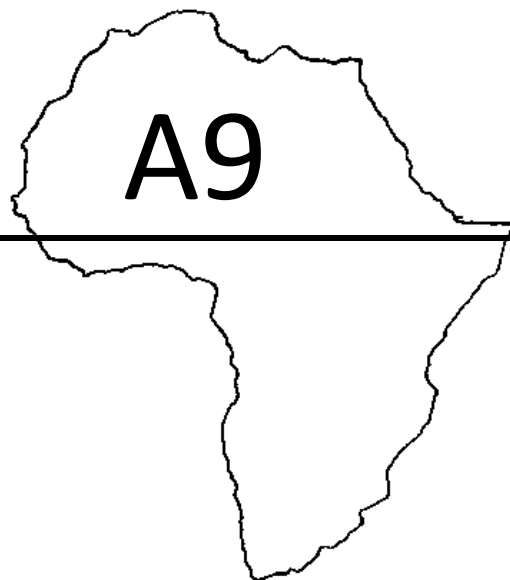
#### **Daniel Diallo**

Senegalès, natiu d'Ibel, País Bassari, Regió de Kédougou, Senegal  
Guia turístic de la zona de País Bassari

#### **Patricia Font Martin**

Experiència 1 mes al sud de Senegal i Dakar  
Ziguinchor, Oussouye, Bignona, Kolda, Tambacounda, Kédougou

FUNCIONALITAT





## ANNEX 9

## ÍNDEX

ANNEX 9 .....	1
ÍNDEX.....	1
1 OBJECTIU .....	3
2 METODOLOGIA.....	3
2.1. CONSIDERACIONS D'APLICACIÓ AL PROJECTE PER A L'ÚS DE DESIGN BUILDER .....	4
3 PROPOSTES DE MILLORA .....	7
3.1. MATERIALS.....	7
3.2. ELEMENTS.....	8
3.3. SISTEMES .....	9
4 CONCLUSIONS .....	17
5 LLISTAT DE FIGURES.....	19
6 LLISTAT DE TAULES .....	19
7 LLISTAT DE GRÀFICS.....	19
8 BIBLIOGRAFIA .....	20



## FUNCIONALITAT: Com és el nostre edifici?

### 1 OBJECTIU

L'objectiu d'aquest annex es presentar la funcionalitat de l'edificació que es proposa com a proposta de millora donant resolució a alguns dels aspectes que s'han plantejat com a causes de desconfort principals en la construcció tradicional i actual a la zona de País Bassari, justificant-la per mitja de diferents simulacions per tal de corroborar el comportament que té l'edificació front les nostres expectatives.

### 2 METODOLOGIA

Per tal d'assolir el nostre objectiu hem determinat dues línies de treball, per una banda per mitjà de *Design Builder*, un programa de simulació dinàmica; obtenim dades de temperatura interior, temperatura exterior, tant de l'ambient com de les superfícies que esdevinguin un punt important en el projecte, així com de ventilació, radiació solar, etc. que ens permeten conèixer el comportament del nostre edifici en funció dels materials i el sistema constructiu que hem determinat amb aquest.

El motor de càlcul és *EnergyPlus*, s'ha utilitzat l'última versió d'aquest per a la realització dels càlculs energètics.

És un motor de càlcul reconegut mundialment, que està en un continu procés de desenvolupament a càrreg del Departament d'Energia dels Estats units d'Amèrica.

*Design Builder* porta el motor de càlcul integrat de manera completa i transparent per a l'usuari, així doncs quan des del programa volem calcular un model prèviament entrat es llença el càlcul a *Energy Plus* i *DB* recull els resultats que es podran llegir en diferents formats més còmodes i legibles: cel·les, gràfiques, etc.

Així doncs, podem veure d'una manera ràpida i visual quin es el comportament higromètric del sistema constructiu plantejat i en conseqüència si dona resolució als punts de desconfort que volem millorar amb dita proposta.

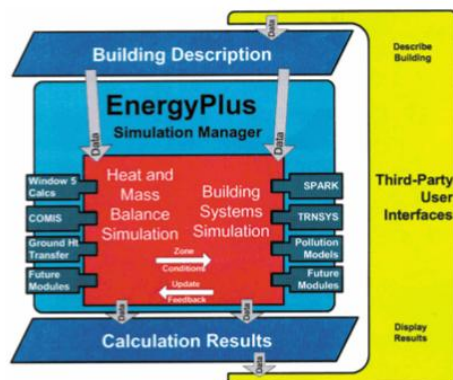


Figure 1: Overall EnergyPlus structure.

Figura 2.2. Estructura d'Energy Plus

FONT: [designbuilder.com](http://designbuilder.com)

Per altra banda, cal considerar totes aquelles situacions de desconfort que cal millorar però que no estan relacionades amb qüestions d'higrotèrmia, com per exemple la presència de microorganismes vius en materials d'origen orgànic, el desconfort acústic provocat per alguns materials, entre d'altres.

## PROCEDIMENT

Creació del model corresponent - modelatge

Entrada de dades – selecció/creació

*Materials*  
*Elements*  
*Sistemes*

Descripció de diferents paràmetres

*Ventilació*  
*Ocupació*  
*Horari d'ús*  
*Horari de ventilació*  
*Horari d'infiltracions*  
*Metabolisme dels ocupants*  
*Equipaments*  
*Instal·lacions*

Simulació

## 2.1. CONSIDERACIONS D'APLICACIÓ AL PROJECTE PER A L'ÚS DE DESIGN BUILDER

### LOCALITZACIÓ I CLIMATOLOGIA

S'ha escollit **Tambacounda** com a regió representativa de la localització del projecte ja que és l'indret més proper a País Bassari sobre el que es tenen dades. Tot i així, l'arxiu climàtic disponible de Senegal és de Dakar, però no resulta útil per a fer l'estudi donat que Dakar té unes condicions climàtiques diferents.

La zona nord de Senegal en la qual està continguda la ciutat de Dakar, està inscrita en el que es coneix com "el cinturó de Sahel"; una regió semi àrida que s'estén pel continent africà d'est a oest, gairebé 5.400 quilometres, entre l'Equador i el Sàhara.

A diferència de la zona sud del país, per exemple, no tenen una època de pluges diferenciada donat que les pluges anuals són inferiors als 400 mm mentre que a País Bassari es superen els 1500 mm de pluja/any durant els mesos compresos entre Juny i Octubre, que comporta una baixada de temperatures durant aquest període.

En aquest punt, s'ha triat l'arxiu climàtic d'**Accra** capital de Ghana, relativament pròxim a País Bassari i amb la mateixa classificació climàtica de *Koppen*: A1.

Assumim un marge d'error en els resultats obtinguts partint de la base que l'arxiu climàtic utilitzat és una aproximació a la nostra zona d'implantació del projecte.

Tambacounda	
Latitud	13,77
Longitud	-13,68

Arxiu climàtic		
Dakar, Senegal	ASHRAE Climate Zone	A1
Accra, Ghana	ASHRAE Climate Zone	A1



**HORARI D'OCUPACIÓ**

Schedule:Compact,  
Dwell\_DomBed\_Occ,  
Fraction,  
Through: 31 Dec,

VALOR	OCUPACIÓ
0	0%
0.25	0.25%
1	100%

For: Weekdays SummerDesignDay,  
Until: 07:00, 1,  
Until:17:00, 0.25,  
Until: 22:00, 0,  
Until: 24:00,1,

For: Weekends,  
Until: 07:00, 1,  
Until:17:00, 0.25,  
Until: 22:00, 0,  
Until: 24:00, 1,

For: Holidays,  
Until: 07:00, 1,  
Until:17:00, 0.25,  
Until: 22:00, 0,  
Until: 24:00, 1,

For:WinterDesignDay  
AllOtherDays,  
Until: 07:00, 1,  
Until:17:00, 0.25,  
Until: 22:00, 0,  
Until: 24:00, 1;

**HORARI DE VENTILACIÓ**

Schedule:Compact,  
Dwell\_DomBed\_Occ,  
Fraction,  
Through: 31 Dec,

For: Weekdays SummerDesignDay,  
Until: 07:00, 0,  
Until: 22:00, 1,  
Until: 24:00, 0,

For: Weekends,  
Until: 07:00, 0,  
Until: 22:00, 1,  
Until: 22:00, 0,

For: Holidays,  
Until: 07:00, 0,  
Until: 22:00, 1,  
Until: 24:00, 0,

For:WinterDesignDay  
AllOtherDays,  
Until: 07:00, 0,  
Until: 22:00, 1,  
Until: 24:00, 0;

La millora de l'execució, la introducció de nou coneixement i de nous elements fa que puguem diferenciar diferents casuístiques, sempre tenint en compte que el nivell de filtracions d'aire és molt elevat; considerarem entorn del 0,7.

**HORARI D'INFILTRACIONS**

Schedule:Compact,  
Dwell\_DomBed\_Occ,  
Fraction,  
Through: 31 Dec,

For: Weekdays SummerDesignDay,  
Until: 07:00, 1,  
Until: 22:00, 0,  
Until: 24:00, 1,

For: Weekends,  
Until: 07:00, 1,  
Until: 22:00, 0,  
Until: 24:00, 1,

For: Holidays,  
Until: 07:00, 1,  
Until: 22:00, 0,  
Until: 24:00, 1,

For:WinterDesignDay  
AllOtherDays,  
Until: 07:00, 1,  
Until: 22:00, 0,  
Until: 24:00, 1;

## RANG DE CONFORT

### FANGER

S'ha escollit el mètode Fanger per a determinar les condicions globals de confort ja que és el mètode més estès.

El va proposar P.O.Fanger al 1973 en la publicació *Thermal Comfort* (New York, McGraw-Hill, 1973) i fins ara ha estat un dels models de referència per avaluar les condicions de confort tèrmic.

Aquest model calcula dos índex anomenats *Vot mig estimat (PMV – predicted mean vote)* i *Percentatge de persones insatisfetes (PPD – predicted percentatge dissatisfied)* a partir de la vestimenta, la taxa metabòlica, la temperatura del aire, la temperatura radial mitja y la humitat relativa o la pressió parcial del vapor d'aigua.

Aquesta metodologia s'accepta com a model de referència en tant que està regulada per la ISO 7730 relativa a la avaluació de l'ambient tèrmic.

L'equilibri tèrmic depèn de molts factors: activitat física, metabolisme i vestimenta del subjecte d'estudi així com altres factors a nivell ambiental com per exemple la temperatura de l'aire, la temperatura radiant, etc.

El *vot estimat mig* (que posa de manifest els vots dels diferents subjectes d'estudi respecte d'una escala de sensacions) prediu el valor mig de la sensació tèrmica de cadascun dels subjectes estudiats, determinant un patró i podent generalitzar uns determinats nivells de confort segons la localització.

### 3 PROPOSTES DE MILLORA

#### 3.1. MATERIALS

##### 3.1.1. DEFINICIÓ DELS MATERIALS

<b>MATERIAL</b>	<b>Família (BD:E+)</b>	<b>Conductivitat</b>	<b>Calor específic</b>	<b>Densitat</b>
<i>Unitats</i>	<i>materials introduïts</i> <i>FONT: ecotect</i>	<i>W/mK</i>	<i>J/KgK</i>	<i>Kg/m3</i>
Morter d'argiles i sorres		0,82	840,00	1680,00
Morter de ciment		1,40	650,00	2100,00
Bloc d'adob	<i>Soil Clay (wet)</i>	0,40	2929,00	1500,00
Bloc de ciment		1,05	1000,00	1400,00
Bambú	<i>Rattan</i>	0,04	539,70	12000,00
Palla		0,1	2100,00	250,00
Grava		1,3	920,00	2240,00
Plàstic		0,331	2092,00	920,00
Kretting	<i>Cloth/carpet/felt – carpet simulated wool</i>	0,06	1360,00	200,00

**Taula 3.1.1.** Característiques dels materials utilitzats

Característiques dels materials utilitzats en les diferents tipologies constructives

FONT: Banc de dades EnergyPlus E+, Ecotect

ELABORACIÓ: pròpia

### 3.2. ELEMENTS

Hi ha una clara tendència a confeccionar elements petits per a la posta en obra dels diferents sistemes constructius per una qüestió pràctica de treballabilitat.

La manca, moltes vegades, d'infraestructura, elements auxiliars i coneixement tècnic fa que la construcció en **petites peces** esdevingui més ràpida, pràctica i menys costosa.

Els materials que hem detallat en l'apartat anterior es converteixen, la major part d'ells en petits elements de fàcil transport i maneabilitat.

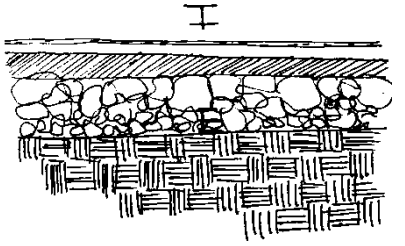
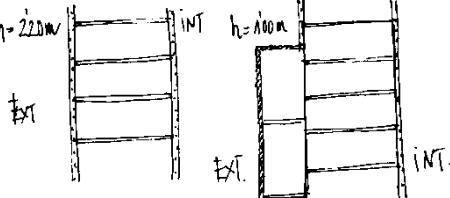
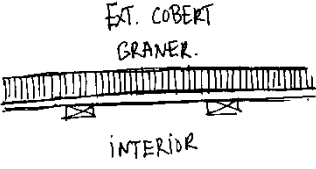
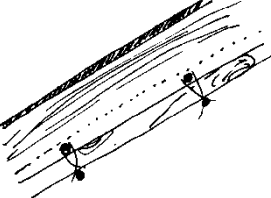


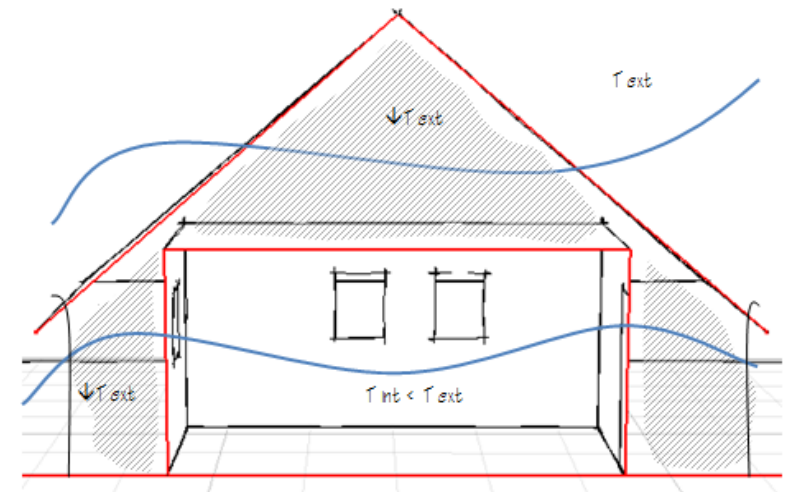
**Figura 3.2.1.** Elements

FONT: pròpia, (IJG) Institut Jane Goodall , Departament de Bio construcció

3.3. SISTEMES

3.3.1. PROPOSTA

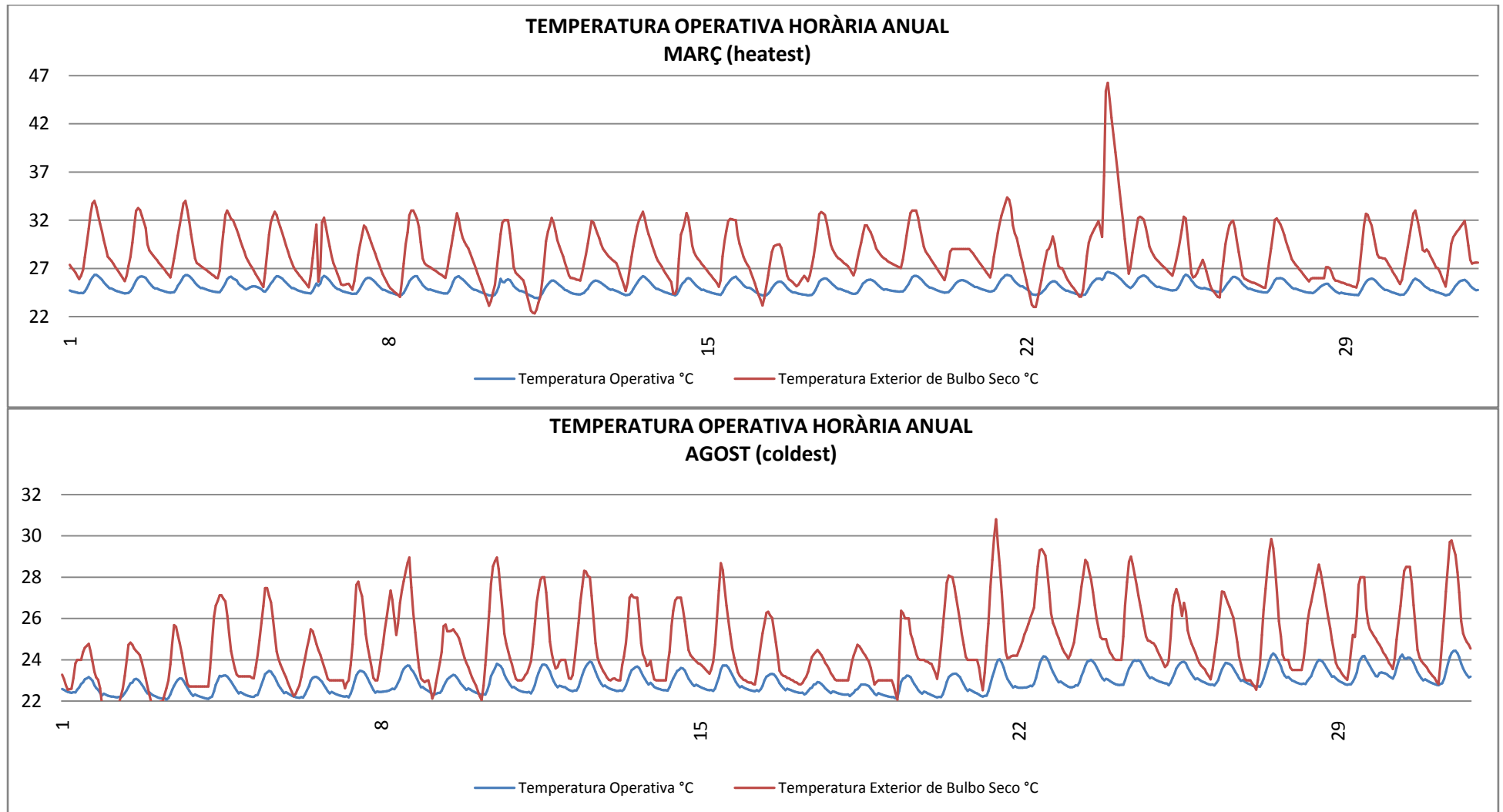
<p>FLOOR GROUND</p>		<p>Capa de terra premsada de 0,10 m de gruix sobre una capa de graves d'uns 0,20 m de gruix. L'acabat interior consisteix en un entramat de Kretting col·locat directament sobre al terra.</p>
<p>WALL</p>		<p>Mur d'adob de 0,20 m de gruix acabat amb un morter d'argiles i sorres de 0,02 m d'espessor, tant en la cara exterior com per la cara interior, amb sòcol perimetral exterior amb bloc de ciment d'1m d'altura.</p>
<p>HIGH FLOOR</p>		<p>Forjat superior d'estructura principal de bigues de fusta c/0,40m i entrebigat de bambú cobert amb una capa d'argila d'entre uns 0,10 – 0,15 m de gruix.</p>
<p>ROOF</p>		<p>Estructura principal de coberta de fusta i canyes de bambú amb un acabat exterior de palla d'arròs d' aproximadament uns 0,12 m de gruix, amb una làmina plàstica entre la palla i l'estructura.</p>



**Figura 3.3.1.1.** Proposta  
Previsió d'obertures a tots els murs.  
FONT: Autodesk Ecotect Anlysis ELABORACIÓ: pròpia

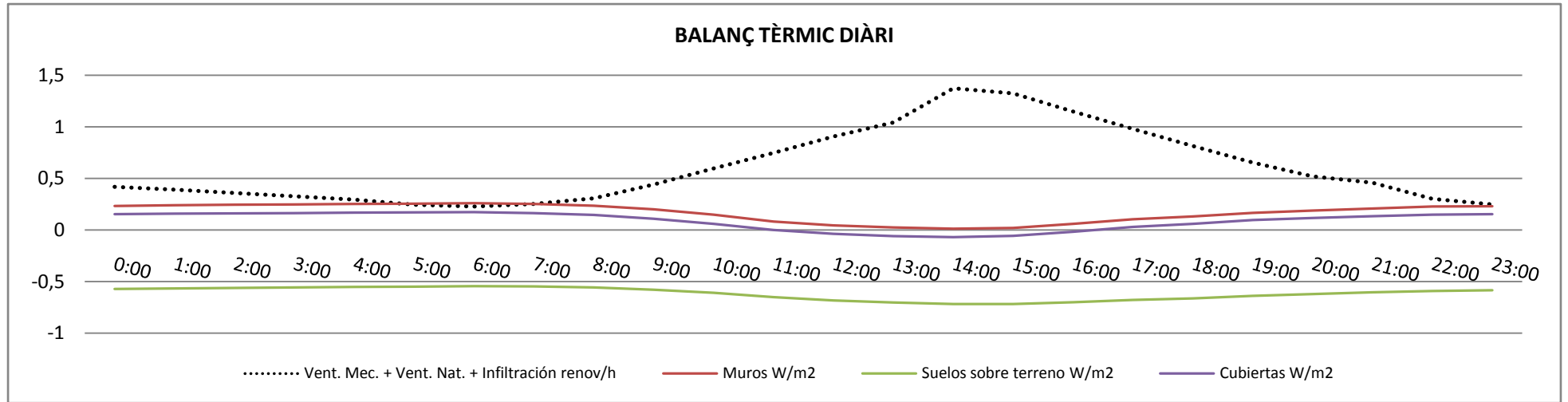
**Taula 3.3.1.1.** Descripció i detalls del sistema constructiu tradicional  
FONT:pròpia ELABORACIÓ: pròpia

COMPORTAMENT TÈRMIC DE L'ESTANÇA



Gràfic 3.3.1.1. Comparació de la temperatura operativa horària anual filtrades pels mesos més càlid (MARÇ) i fred (AGOST).

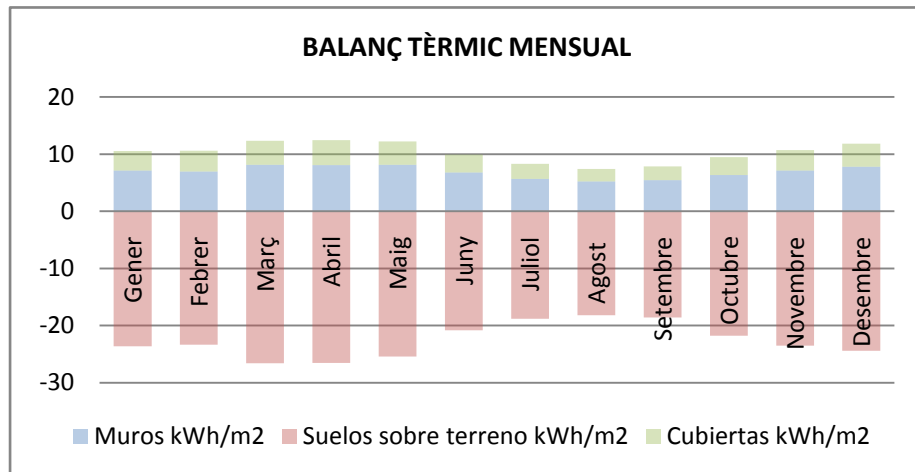
FONT: Energy Plus, Design Builder ELABORACIÓ : pròpia



**Gràfic 3.3.1.2.** Correspondència del balanç tèrmic horari (1 dia) i la ventilació natural + infiltracions.

FONT: Energy Plus, Design Builder

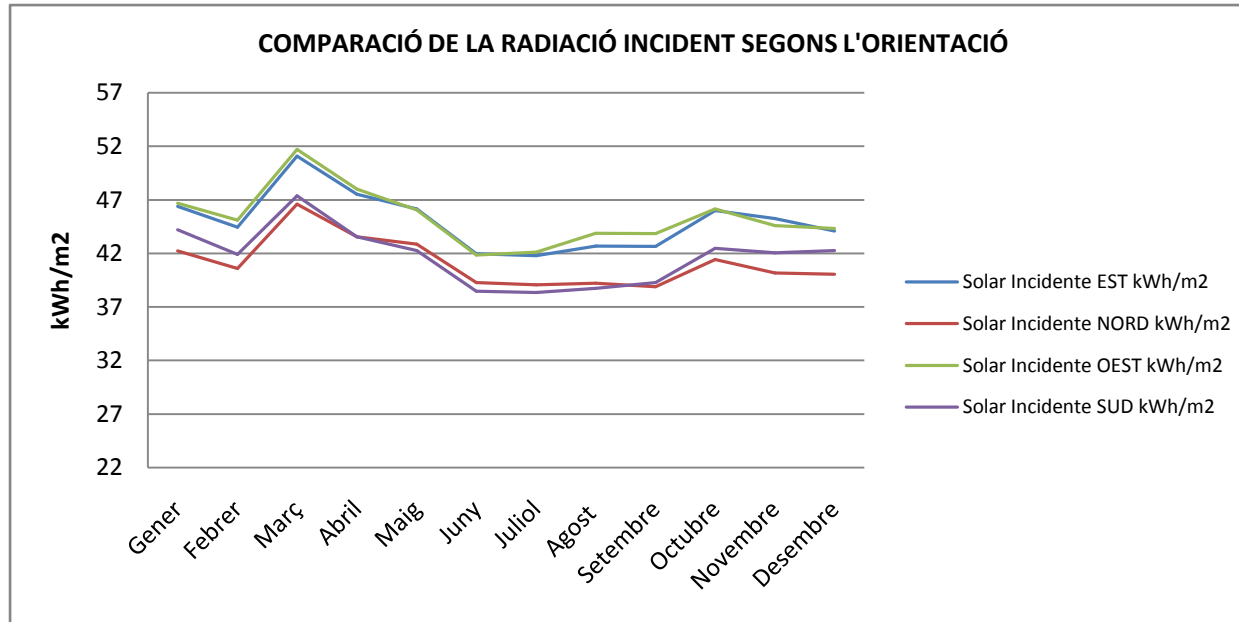
ELABORACIÓ: pròpia



**Gràfic 3.3.1.3.** Balanç tèrmic mensual

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

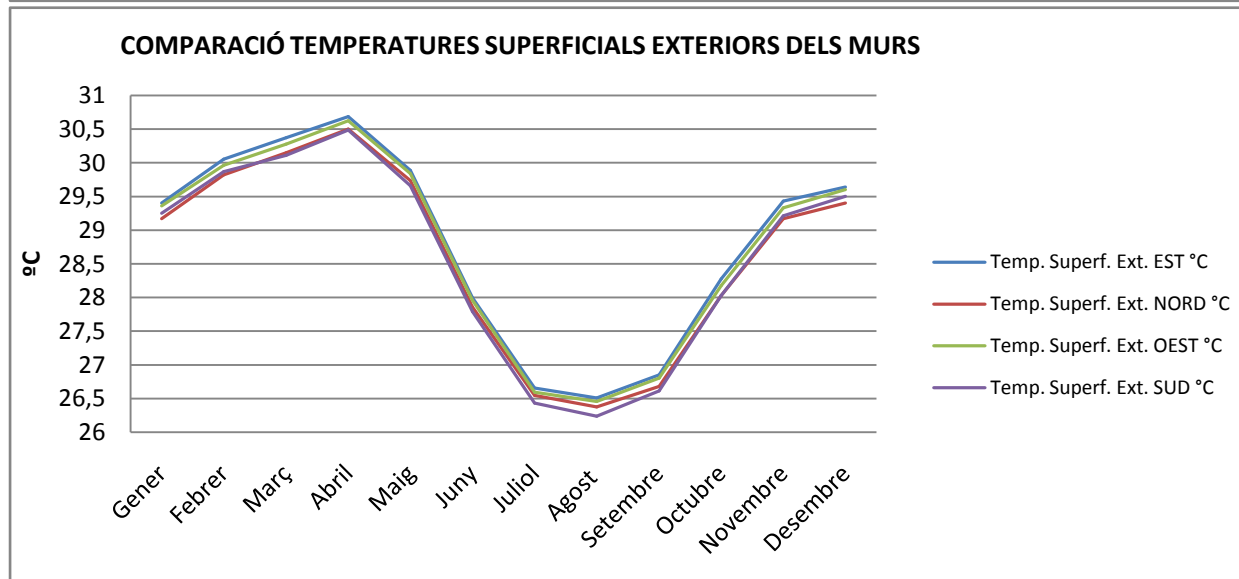


#### MURS

**Gràfic 3.3.1.4.** Comparació de la radiació incident segons l'orientació.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

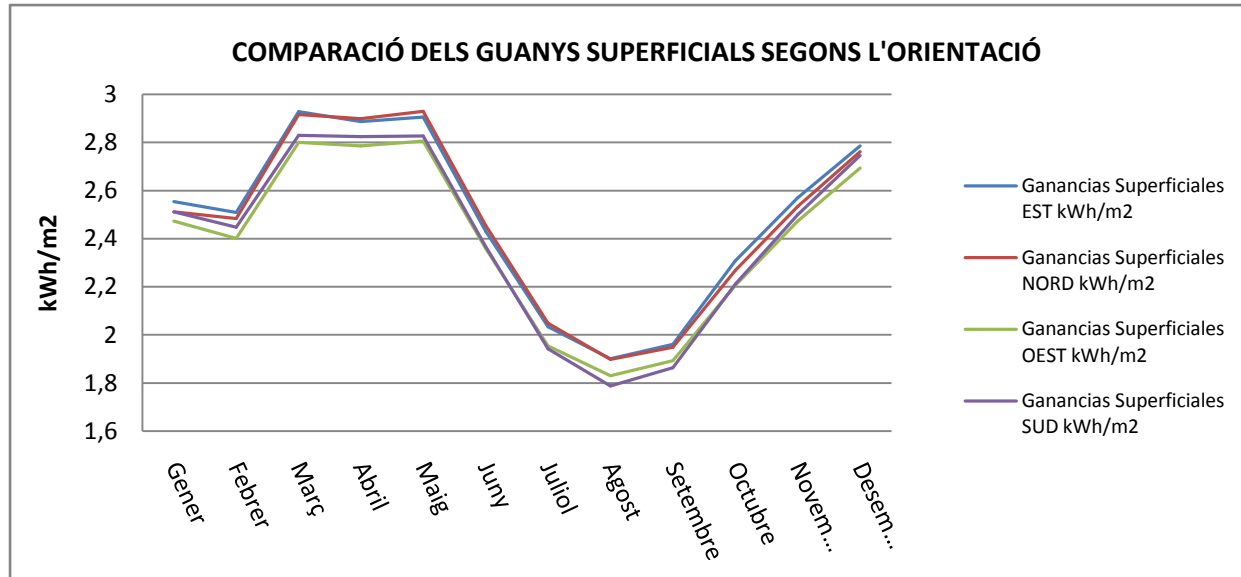


**Gràfic 3.3.1.5.** Comparació de les temperatures de la superfície exterior dels murs.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

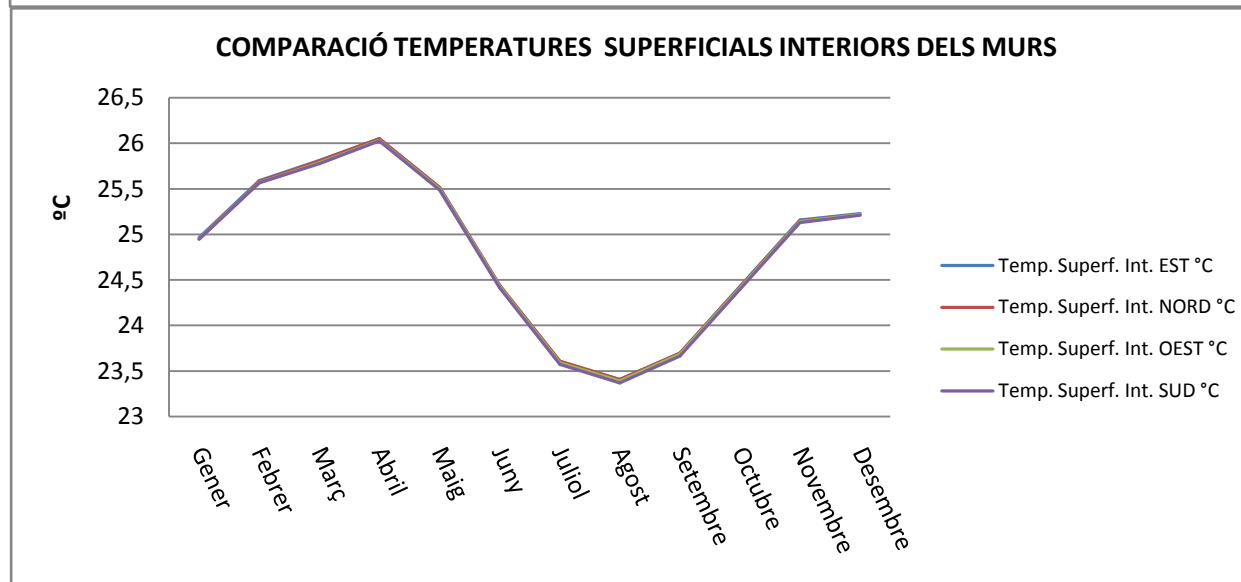




**Gràfic 3.3.1.6.** Comparació dels guanys superficials segons l'orientació.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

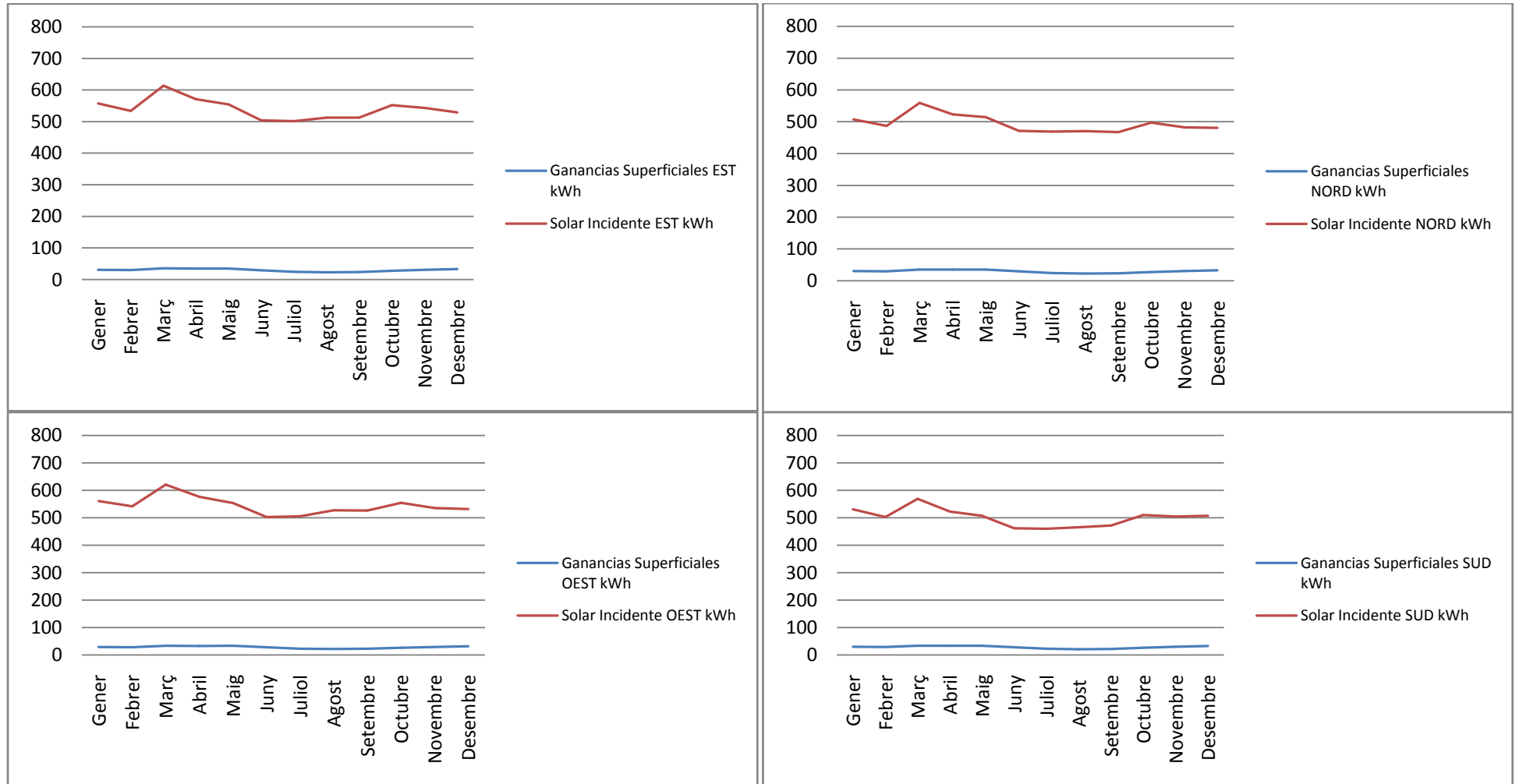


**Gràfic 3.3.1.7.** Comparació de les temperatures de la superfície interior dels murs.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

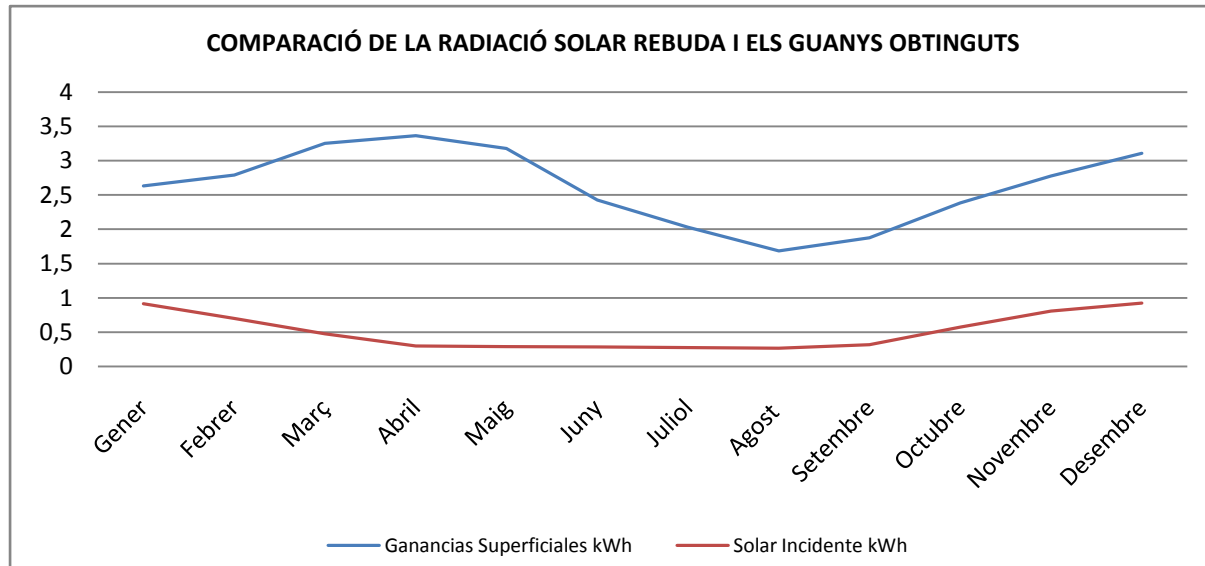
**COMPARACIÓ ENTRE ELS GUANYS SOLARS DE CADA MUR I LA RADIACIÓ SOLAR INCIDENT**



**Gràfic 3.3.1.8.** Comparativa entre els guanys de cadascun dels murs amb la radiació incident en cadascun d'ells.

FONT: Energy Plus, Design Builder ELABORACIÓ: pròpia

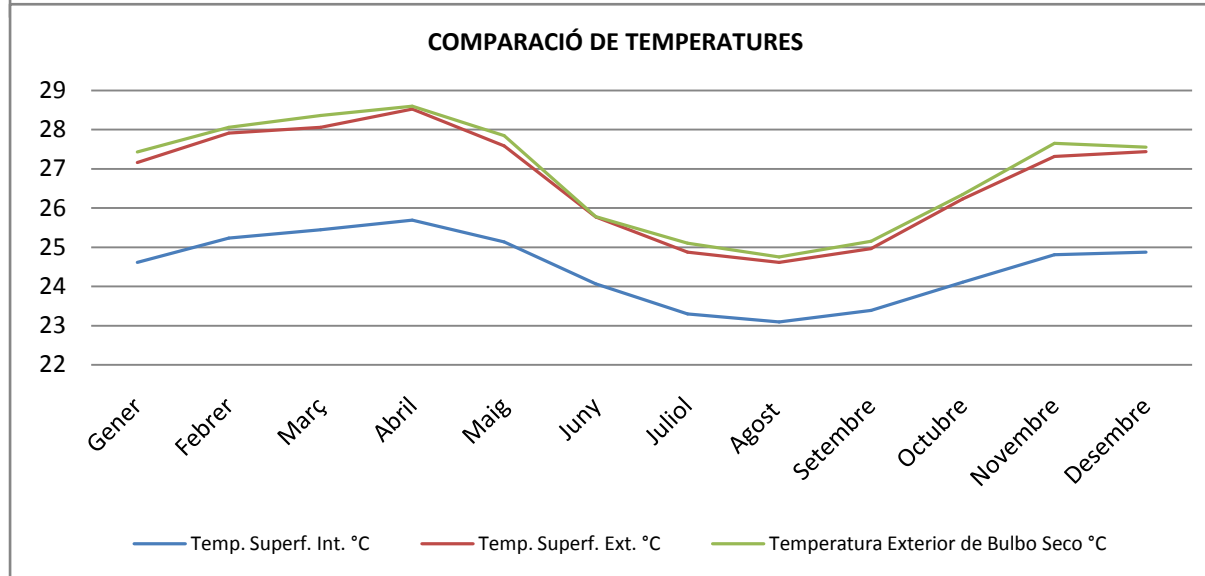
**COBERTA**



**Gràfic 3.3.1.9.** Radicació solar incident a coberta segons orientació

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia



**Gràfic 3.3.1.10.** Comparació de les temperatures superficials de la coberta respecte la temperatura exterior.

FONT: Energy Plus, Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia

## SISTEMA CONSTRUCTIU - VALORS

SISTEMES CONSTRUCTIUS	Superfície interior			Superfície exterior			Sense ponts tèrmics		
	Transferència convectiva	Transferència radiant	Resistència superficial	Transferència convectiva	Transferència radiant	Resistència superficial	Valor U de superfície a superfície	Valor R	Valor u
Paràmetres	W/m2K	W/m2K	.m2K/W	W/m2K	W/m2K	.m2K/W	W/m2K	W/m2K	.m2K/W
<b>GF 1</b>	0,32	5,54	0,17	19,87	5,13	0,04	6	0,73	<b>2,65</b>
<b>W 1</b>	2,15	5,54	0,13	19,87	5,13	0,04	1,398	0,885	<b>1,29</b>
<b>F 1</b>	2,15	5,54	0,13	19,87	5,13	0,04	1,624	0,76	<b>1,43</b>
<b>R 1</b>	4,46	5,54	0,1	19,87	5,13	0,04	0,83	1,34	<b>0,746</b>

GF= Ground Floor

W= Wall F= Floor R= Roof

**Taula 3.3.1.2.** Comportament del sistema constructiu

FONT: Design Builder, Ep+

## 4 CONCLUSIONS

S'extreuen les següents conclusions dels resultats de la simulació:

En comparació dels resultats obtinguts en l'anàlisi de les altres tipologies (*veure annex 6\_Anàlisi*) comprovem que aquests són més pròxims als fixats com a objectiu d'aquest apartat.

Tenint en compte que en aquesta simulació no s'ha executat una coberta de dimensions molt grans i per tant no s'ha generat un porxo perimetral que cobris en projecció tota l'altura del mur, s'han provat altres tècniques que ens han permès arribar a un resultat molt aproximat a l'esperat:

**1** La projecció d'una coberta ventilada desvinculada de l'espai habitable ens permet reduir de manera evident la radiació solar rebuda pel forjat superior de l'estança (*figura 3.3.1.9/3.3.1.10*), d'aquesta manera la coberta deixa de ser un punt de guanys energètics (aproximadament uns **160 kWh/m<sup>2</sup>**), tot i que no s'ha reduït a zero, i en conseqüència el forjat superior de l'estança rep de l'ordre de **<3 kWh** i en conseqüència té uns certs guanys els quals són **<1 kWh** en els mesos més calorosos: març i abril; en conseqüència s'assoleixen **T superficials int** sensiblement més baixes que en les altres tipologies **<25º** mentre que a l'exterior tenim una temperatura de l'aire a l voltant dels 35º.

Tant el sistema muràri com el sistema de coberta funcionen segons el concepte d'inèrcia tèrmica (*figura 3.3.1.2*); aquests emmagatzemen energia durant el dia a mida que en van rebent radiació (en aquest cas els guanys del mur d'adob són notablement inferiors que els valors obtinguts en les primeres simulacions):

- Els murs gaudeixen d'una protecció solar més elevada i per tant el guany energètic és menor.

- El forjat superior gairebé no té guanys ja que no rep radiació solar directa.

- S'han projectat obertures en totes les orientacions que ens permeten reduir la temperatura dels murs donat el flux de ventilació que es genera.

- L'horari de les obertures és gairebé operatiu durant tota la jornada; donat que el diferencial que es genera entre l'exterior i l'interior és elevat, l'energia es cedeix a l'interior durant la franja nocturna (**Tint<Text**).

Estratègies per a la reducció de guanys energètics als murs:

**a** En totes les orientacions els vols de coberta cobreixen, en projecció, més superfície de mur (assegurant la protecció completa de les obertures), per tant aquests no reben tanta radiació directa.

**b** S'han projectat obertures en totes les orientacions d'aquesta manera es genera ventilació natural creuada de manera constant, ajudant a reduir:

- La temperatura que adquireix el mur gràcies als guanys per radiació

Segons la *figura 3.3.1.7* assolim unes temperatures interiors superficials aproximades < 23,5º en època de pluges i < 25º en època seca enfront de aproximadament uns 25º i 30º respectivament de la tipologia constructiva tradicional.

- El grau d'humitat interior

c La part inferior del mur està protegida per un sòcol de bloc de ciment d'aproximadament 0,90-1,00m d'altura i de 0,10m de gruix que contribueix a la regulació de la temperatura interior de la següent manera:

-El bloc d'adob no està exposat directament a al radiació solar i en conseqüència emmagatzema menys energia (veure **figura 3.3.1.8**).

-El bloc de ciment té una conductivitat més elevada, de manera que el pas de calor de l'exterior a l'interior es ràpid, però també és ràpid a la inversa, així doncs ens permet crear un intercanvi d'energia entre l'interior i l'exterior més ràpid.

- Al utilitzar revocs i morters d'argila de manera generalitzada combinats amb estratègies de ventilació no estem penalitzant la transpirabilitat del mur (només s'utilitza revoc de ciment en el muret exterior).

Aquesta solució ens permet millorar la problemàtica que es genera al voltant de la pèrdua de material especialment durant l'època de pluges donat que l'adob té un grau de permeabilitat molt elevat.

-El bloc de ciment té un grau de permeabilitat molt menor que el bloc d'adob, així doncs en el cas de que la pluja esbiaixada arribés a tenir contacte amb el mur perquè el porxo fos insuficient el sòcol de ciment protegiria el mur principal d'adob del contacte directe amb l'aigua.

2 La làmina impermeable col·locada a la coberta exterior entre la palla i l'estructura permet una bona escorrentia de l'aigua (si el pendent de la coberta és l'adequat, sempre major a un 15º) i ens confereix un grau de permeabilitat òptim.

Sent un element totalment desvinculat de l'espai habitable no ens genera problemes de transpirabilitat en l'espai interior.

## 5 LLISTAT DE FIGURES

Figura 2.2. Estructura d'Energy Plus.....	3
Figura 3.2.1. Elements .....	8
Figura 3.3.1.1. Proposta .....	9

## 6 LLISTAT DE TAULES

Taula 3.1.1. Característiques dels materials utilitzats .....	7
Taula 3.3.1.1. Descripció i detalls del sistema constructiu tradicional .....	9
Taula 3.3.1.2. Comportament del sistema constructiu .....	16
FONT: Design Builder, Ep+ .....	16

## 7 LLISTAT DE GRÀFICS

Gràfic 3.3.1.1. Comparació de la temperatura operativa horària anual filtrades pels mesos més càlid (MARÇ) i fred (AGOST).....	10
Gràfic 3.3.1.2. Correspondència del balanç tèrmic horari (1 dia) i la ventilació natural + infiltracions. ....	11
Gràfic 3.3.1.3. Balanç tèrmic mensual .....	11
Gràfic 3.3.1.4. Comparació de la radiació incident segons l'orientació. ....	12
Gràfic 3.3.1.5. Comparació de les temperatures de la superfície exterior dels murs. ....	12
Gràfic 3.3.1.6. Comparació dels guanys superficials segons l'orientació. ....	13
Gràfic 3.3.1.7. Comparació de les temperatures de la superfície interior dels murs. ....	13
Gràfic 3.3.1.8. Comparativa entre els guanys de cadascun dels murs amb la radiació incident en cadascun d'ells. ....	14
Gràfic 3.3.1.9. Radicació solar incident a coberta segons orientació.....	15
Gràfic 3.3.1.10. Comparació de les temperatures superficials de la coberta respecte la temperatura exterior. .	15

## 8 BIBLIOGRAFIA

[<http://>]GOOGLE, Motor de Recerca  
[www.google.com](http://www.google.com)

### [Curs] Design Builder

Curs de 20h de Design Builder, Estudi SEED Barcelona.  
Professor: Alfonso Godoy, Arquitecte Superior, PhD Student UPC.

[Programes] BIM, Programes de Simulació Dinàmica  
*Design Builder*

### [Testimonis]

#### **Família Tamba**

Cherif Toumany Tamba  
s/c de Seydou Sané; Ziguinchor; b/p 353  
Ziguinchor, Senegal  
Família d'acollida

#### **Voluntaris de d'Institut Jane Goodall (IJG)**

Residents a Dindéfélo, regió de Kédougou  
Dos anys o més

#### **Patricia Font Martin**

Experiència 1 mes al sud de Senegal  
Ziguinchor, Oussouye, Bignona, Kolda, Tambacounda, Kédougou

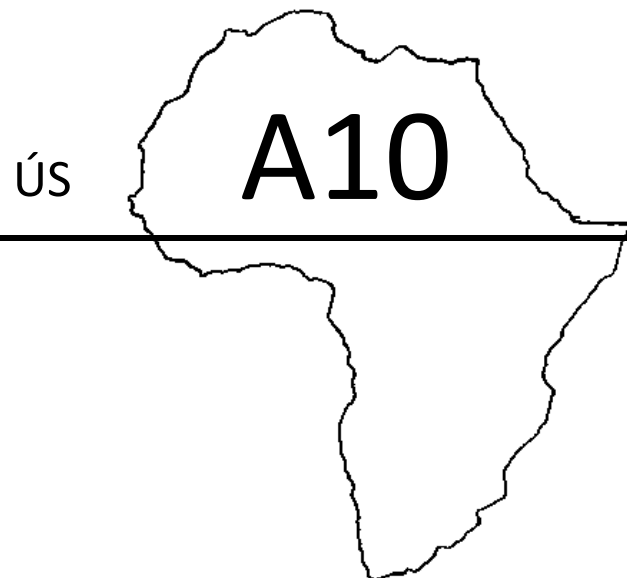
#### **Abdou Mawa Ndiaye**

Senegalès resident a Barcelona  
Tècnic del departament de Joventut de la Generalitat de Barcelona

#### **"Budy"**

Senegalès resident a Dindéfélo, natiu de Dindéfélo.  
Guia turístic i amic







## ANNEX 10

## ÍNDEX

ANNEX 10 .....	1
ÍNDEX.....	1
1 OBJECTIU .....	3
2 METODOLOGIA.....	3
3 DADES .....	5
3.1. RADIACIÓ SOLAR.....	5
3.2. VENTILACIÓ.....	7
4 RESULTATS.....	8
4.1. PROTECCIÓ SOLAR .....	8
4.2. VENTILACIÓ.....	13
5 CONCLUSIONS .....	14
6 LLISTAT DE GRÀFICS.....	15
7 LLISTAT DE FIGURES.....	15
8 BIBLIOGRAFIA .....	15



## ÚS: Assolejament i ventilació

---

### 1 OBJECTIU

L'Objectiu d'aquest annex és recollir tota la informació i dades sobre la radiació solar que rebem durant el dia per tal de poder determinar una estratègia d'aprofitament o protecció d'aquesta, i sobre la ventilació per aconseguir una millora en les condicions de confort tèrmiques interiors de les edificacions actuals a País Bassari tenint en compte tots els punts de desconfort que també s'han fixat com a objecte de millora però que no estan relacionats amb el confort tèrmic.

### 2 METODOLOGIA

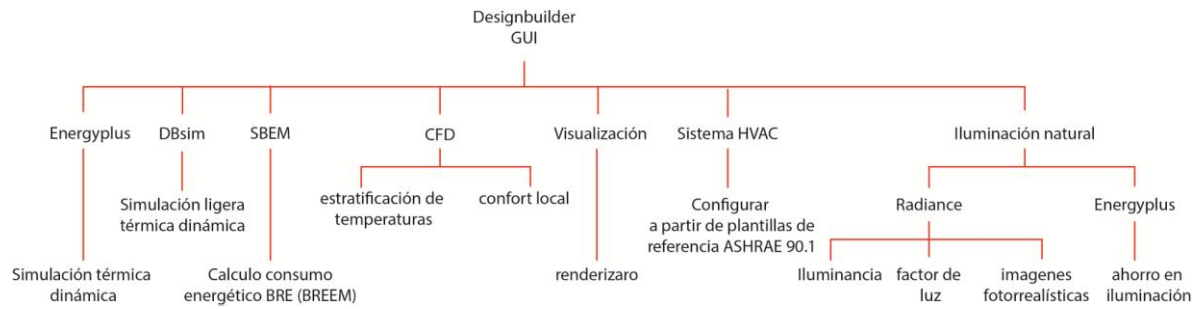
Per a la obtenció d'aquestes dades s'han utilitzat diversos programes; en primer lloc amb *Design builder* i el visor *Design Builder Viewer* (veure **annex 7\_ Anàlisi i annex 9\_ Funcionalitat**) s'han obtingut dades de radiació solar i posteriorment s'han processat per a l'obtenció de diferents documents gràfics que ens permetin visualitzar els resultats d'una manera més concreta i visual, per tal de treballar cap al plantejament d'una estratègia en pro del confort tèrmic, concretament.

Un cop s'han determinat quines són les nostres condicions de partida; amb *Autodesk Ecotect Analysis*, un software de disseny sostenible d'edificis utilitzat principalment per a millorar el funcionament d'edificis existents i nous edificis treballant sobre conceptes d'energia, aigua i emissions de CO2 en l'edifici dins del context del seu entorn, s'han utilitzat diferents eines que el programa ofereix, que ens permeten veure de manera clara el comportament dels elements de l'entorn i el comportament de diferents elements de protecció solar sobre el nostre edifici.

Daily Sun Path  
Annual Sun Path  
Diagrama estereogràfic

D'aquesta manera podem establir quina es la forma òptima d'utilització del nostre edifici per aconseguir els resultats de confort desitjats.

*Design Builder* així com *Autodesk Ecotect Analysis* permet treballar a diferents nivells, generació de geometries per al seu posterior anàlisi, implementació de zones i materials, llum artificial, llum natural, entre d'altres; ens permet definir el nostre projecte i treballar amb ell amb els diferents punts esmentats anteriorment en la zona geogràfica d'implantació i això ens dona accés a una sèrie de dades meteorològiques (*Weather Files*) que ens permeten obtenir unes dades de simulació aproximades sobre el nostre projecte.



**Figura 2.1.** Moduls de treball de Design Builder  
 FONT: Estudi SEED - Alfonso Godoy - Arq. Superior. PhD student UPC

En aquest cas l'arxiu amb el que s'ha treballat ha estat el de **Dakar, Senegal**. Tot i estar localitzat a l'altre extrem respecte País Bassari i tenir unes condicions climatològiques divergents en alguns períodes de l'any la radiació solar mitja diària és pot considerar gairebé la mateixa donat la localització d'ambdues zones

L'adquisició de les dades d'on es vol realitzar el càlcul, per conèixer el rang de temperatures, vent, etc, és possible des de a web de *Green Building Studio* si es té la subscripció activa del producte.

**ECOTECT vs DESIGN BUILDER**

S'ha decidit utilitzar ambdós programes perquè per una part *Autodesk Ecotect Analysis* és un programa molt intuïtiu que en projectes petits que no requereixen de la realització de grans geometries i en una fase inicial del projecte per estudiar diferents comportaments et permet obtenir resultats gràfics d'una manera ràpida i de gran valor informatiu.

*Design Builder* en canvi, té un motor de càlcul més potent i això ens permet, en fases inicials de projecte i en fases més avançades, l'obtenció d'informació molt més aproximada a la realitat donat les variables de càlcul i la quantitat d'especificacions que podem introduir en el nostre model.

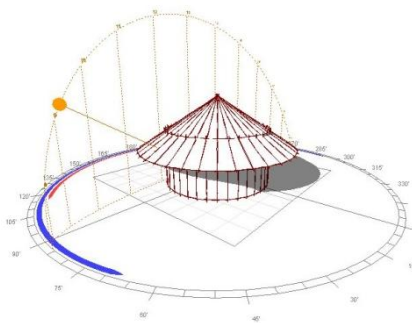


Figura 2.1

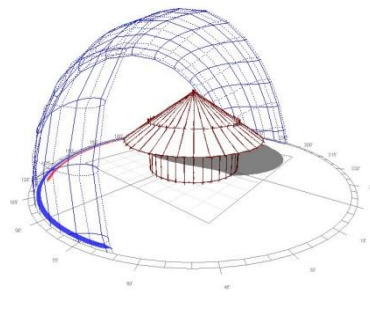


Figura 2.2

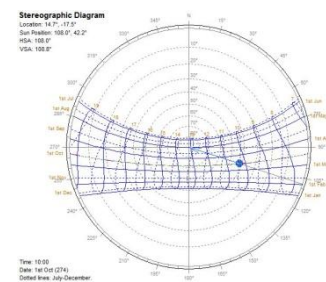


Figura 2.3

**Figura 2.1.** Daily Sun Path d'una construcció tradicional a Senegal

**Figura 2.2.** Annual Sun Path d'una construcció tradicional a Senegal

**Figura 2.3.** Diagrama estereogràfic

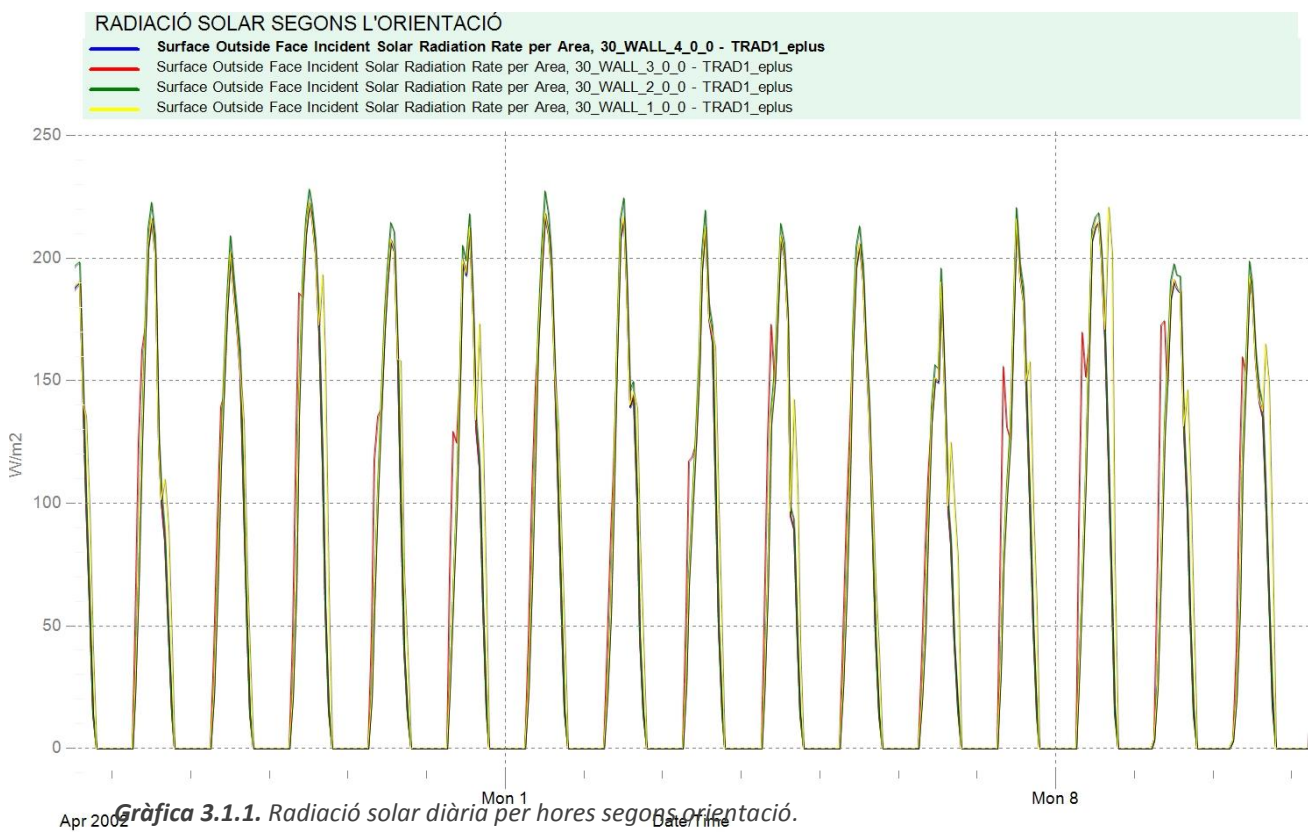
FONT: Autodesk Ecotect Analysis  
 ELABORACIÓ: pròpia

### 3 DADES

#### 3.1. RADIACIÓ SOLAR

S'observa en la gràfica següent en funció de la orientació que la radiació solar rebuda és diferent, assolint els valors màxims en uns aproximats 225W/m<sup>2</sup> en orientació sud majoritàriament, i els valors mínims en orientació est i oest en funció de l'hora del dia (a l'est a primera hora del matí, a l'oest a última hora de la tarda).

En la **gràfica 3.1.2** es pot veure la radiació que rep cadascun dels murs de l'edificació en funció de la orientació d'aquest en un dia.



**Gràfica 3.1.1.** Radiació solar diària per hores segons orientació.

Mostra de 15 dies del mes d'Abril en representació d'un dels mesos més calorós (hottest month average).

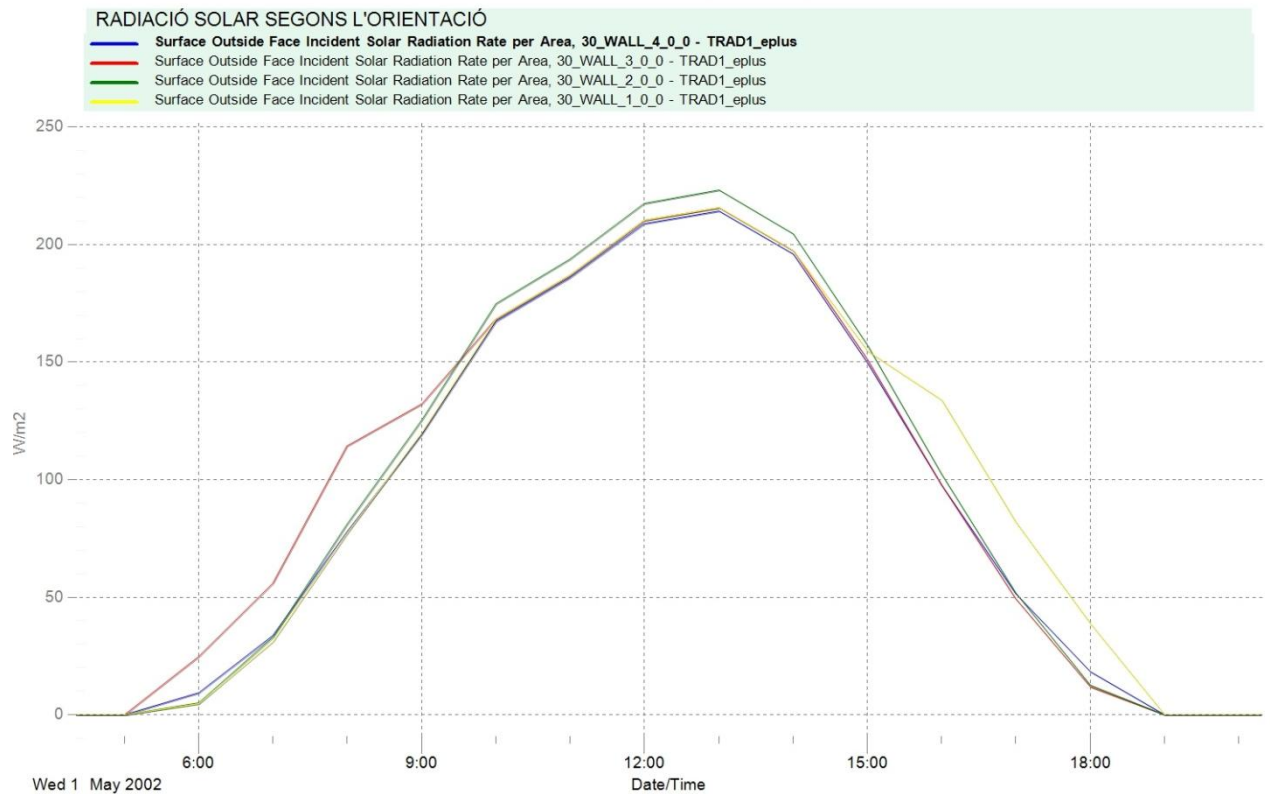
30\_WALL\_1\_0\_0 OEST  
 30\_WALL\_2\_0\_0 SUD  
 30\_WALL\_3\_0\_0 EST  
 30\_WALL\_4\_0\_0 NORD

FONT: Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia; processament de dades amb Design Builder Viewer

Comencem a rebre radiació a les 5 del matí i fins les 7 de la tarda (ja de forma molt dèbil) en totes les orientacions, sense comptar les diferents proteccions solars que es puguin preveure.

En la primera franja horària (de 5:00 a 9:00h) l'orientació est es la que clarament rep més radiació fins assolir aproximadament un 120W/m<sup>2</sup>, així com l'orientació oest es la que rep més radiació en la última franja horària (de 17:00 a 19:00h) amb un valor màxim aproximat de 150W/m<sup>2</sup> i l'orientació sud amb un valor màxims aproximat de 225W/m<sup>2</sup> entre les 9:00 i les 15:00h.



**Gràfica 3.1.2.** Radiació solar horària segons orientació.

Mostra d'un dia del mes d'Abril en representació d'un dels mesos més calorós (hottest month average).

30\_WALL\_1\_0\_0 OEST  
 30\_WALL\_2\_0\_0 SUD  
 30\_WALL\_3\_0\_0 EST  
 30\_WALL\_4\_0\_0 NORD

FONT: Design Builder

ELABORACIÓ: pròpia; processament de dades amb Design Builder Viewer



### 3.2. VENTILACIÓ

#### Prevailing Winds

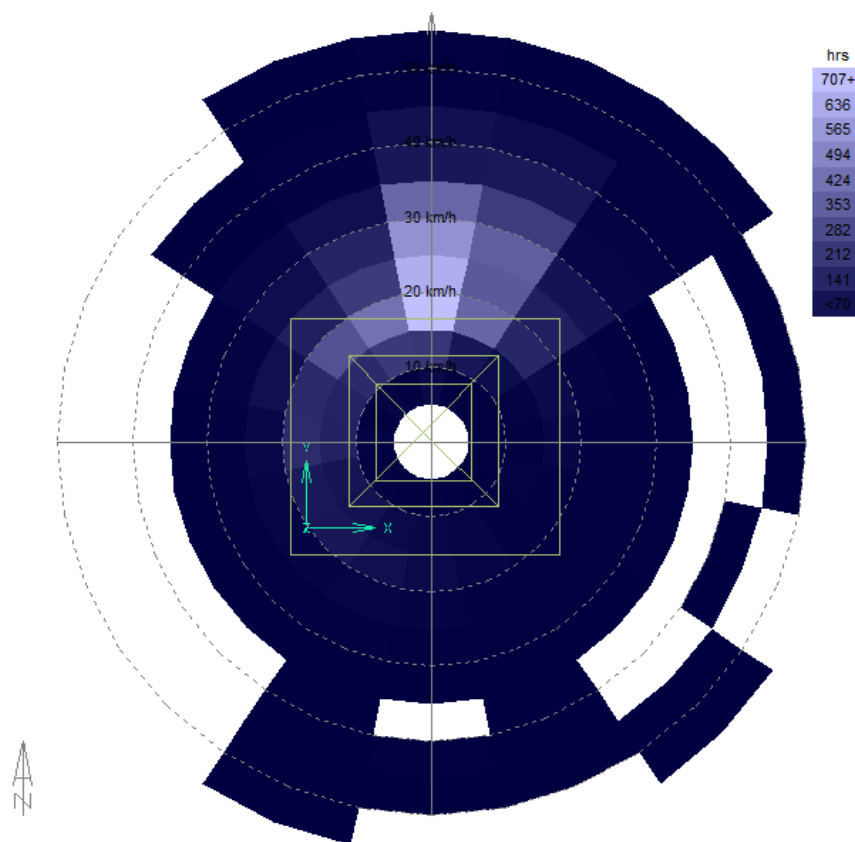
##### Wind Frequency (Hrs)

DAKAR - SEN

Date: 1st January - 31st December

Time: 00:00 - 24:00

© ECOTECT 16



**Figura 3.2.1** Esquema anual de valors de vent.

FONT: Autodesk Ecotect Analysis

ELABORACIÓ: pròpia

Com podem veure en al **figura 3.2.1** la direcció predominant del vent és aproximadament a 328° (N-NW) amb un valor mig de 1,2 m/s aproximadament, com podem contrastar amb les dades obtingudes del *Meteonorm* que es poden veure en l'**annex 1\_Meteonorm**.

Els valors màxims s'han registrat en l'orientació N-NW – N - N-NE amb uns valors de fins a 1,8 m/s durant els mesos de desembre i juny.

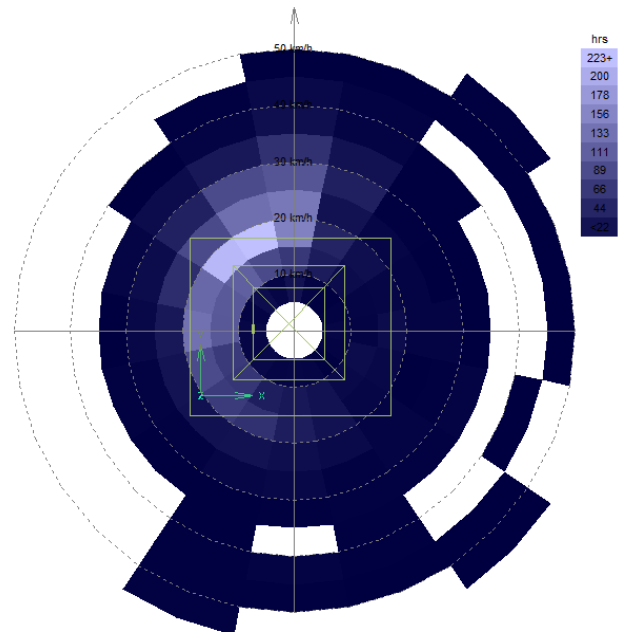
En les **figures 3.2.2/3.2.3** observem els valors del vent segons l'època (humida i seca) i podem determinar el següent:

Durant l'època de pluges el vent assoleix uns valors més elevats

Les ràfegues més llargues es registren en l'orientació N—NW tot i que no són les de màxima intensitat

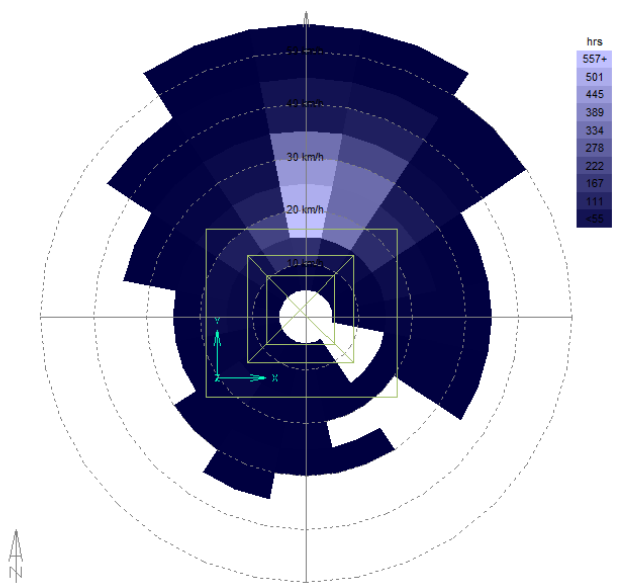
La direcció predominant en ambdues èpoques és manté en l'orientació N-NW

**Prevailing Winds**  
 Wind Frequency (Hrs)  
 DAKAR - SEN  
 Date: 1st June - 31st October  
 Time: 00:00 - 24:00  
 © ECOTECT 16



**Figura 3.2.2.** Esquema de valors de vent del període Juny-October  
 FONT: Autodesk Ecotect Analysis  
 ELABORACIÓ: pròpia

**Prevailing Winds**  
 Wind Frequency (Hrs)  
 DAKAR - SEN  
 Date: 1st November - 31st May  
 Time: 00:00 - 24:00  
 © ECOTECT 16



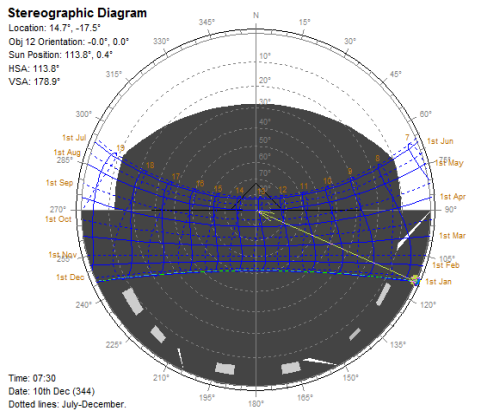
**Figura 3.2.3.** Esquema de valors de vent del període Novembre-Maig  
 FONT: Autodesk Ecotect Analysis  
 ELABORACIÓ: pròpia

## 4 RESULTATS

Segons les edificacions plantejades en *l'annex 9\_Funcionalitat*

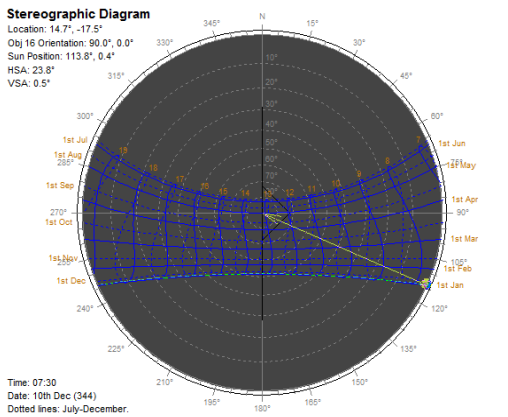
### 4.1. PROTECCIÓ SOLAR

Edificacions en les que no s'hagin implantat estratègies d'espais entremitjos caldrà protegir-se de manera imperativa de a radiació solar directa; així doncs hem de procurar obtenir uns diagrames estereogràfics d'aquest tipus: Cap de les obertures projectades, tret de l'obertura d'accés està exposada a la radiació directa del sol.



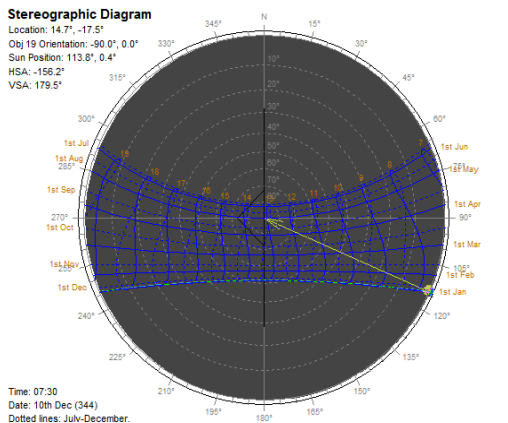
**Figura 4.1.1.** Diagrama estereogràfic de les obertures amb orientació NORD.

FONT: Autodesk Ecotect Analysis  
ELABORACIÓ: pròpia



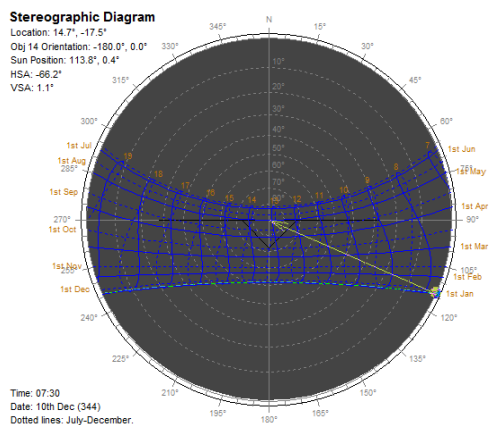
**Figura 4.1.2.** Diagrama estereogràfic de les obertures amb orientació EST.

FONT: Autodesk Ecotect Analysis  
ELABORACIÓ: pròpia



**Figura 4.1.3.** Diagrama estereogràfic de les obertures amb orientació SUD.

FONT: Autodesk Ecotect Analysis  
ELABORACIÓ: pròpia



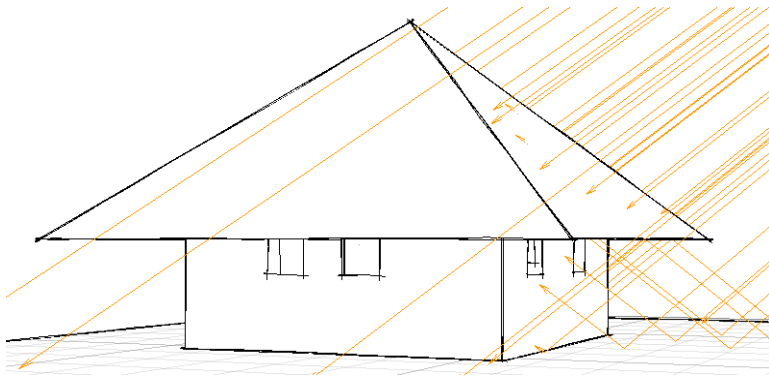
**Figura 4.1.4.** Diagrama estereogràfic de les obertures amb orientació OEST.

FONT: Autodesk Ecotect Analysis  
ELABORACIÓ: pròpia

En el cas que ens ocupa aquesta protecció s'aconsegueix amb els vols de coberta. S'intentarà que aquesta sigui el més gran possible aconseguint sempre uns mínims d'il·luminació natural a l'interior per mitjà de la radiació difosa (veure el següent **apartat SUN PATH**).

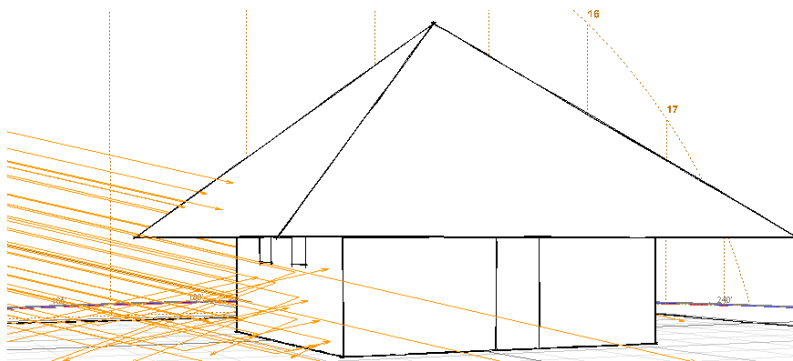
Aquesta solució ens permet aconseguir protegir-nos de la radiació solar amb el mateix element constructiu de coberta, sense la necessitat d'anar introduint nous elements a l'edificació que poden comportar una complicació tècnica o una tecnologia constructiva més complexa.

## DAILY SUN PATH



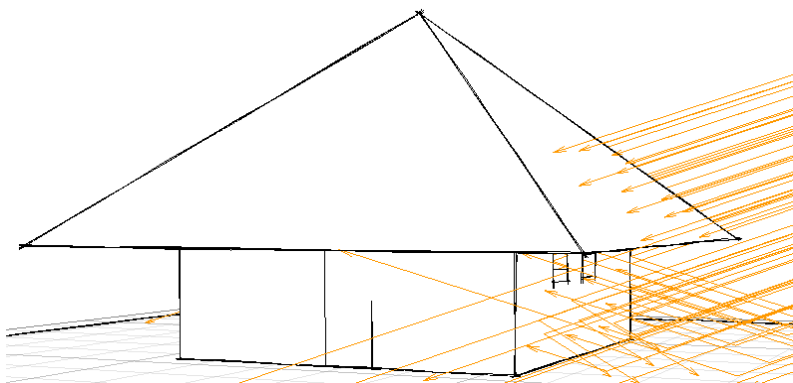
**Figura 4.1.5.** Incidència de la radiació solar directa i difosa sobre el mur EST – 8:30h

FONT: Autodesk Ecotect Analysis  
ELABORACIÓ: pròpia



**Figura 4.1.6.** Incidència de la radiació solar directa i difosa sobre el mur SUD – 12:00h

FONT: Autodesk Ecotect Analysis  
ELABORACIÓ: pròpia

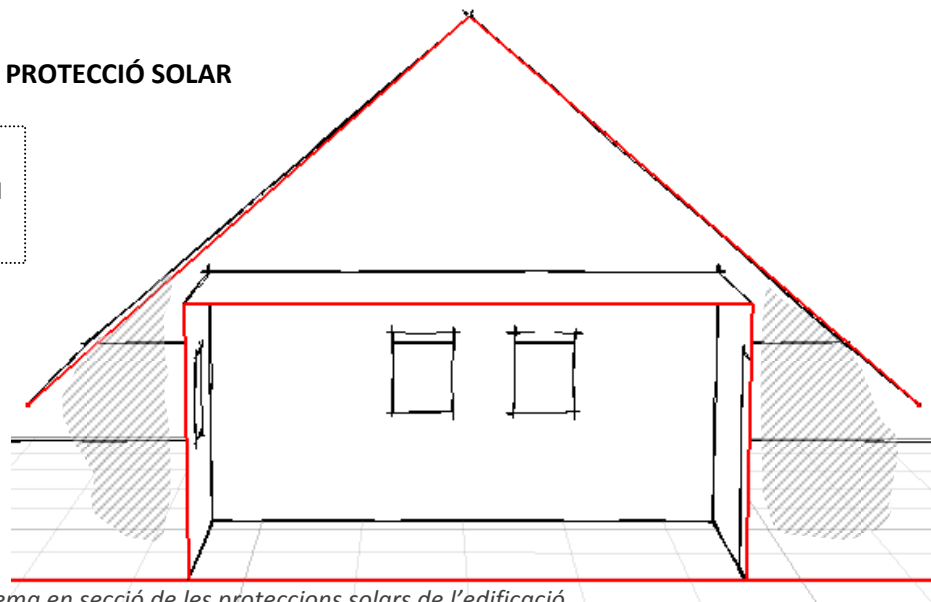


**Figura 4.1.7.** Incidència de la radiació solar directa i difosa sobre el mur OEST – 17:30h

FONT: Autodesk Ecotect Analysis  
ELABORACIÓ: pròpia

### DEFINICIÓ DE LA PROTECCIÓ SOLAR

Voladiu de coberta  
1,30m en projecció  
horitzonta (mínim)



**Figura 4.1.8.** Esquema en secció de les proteccions solars de l'edificació.

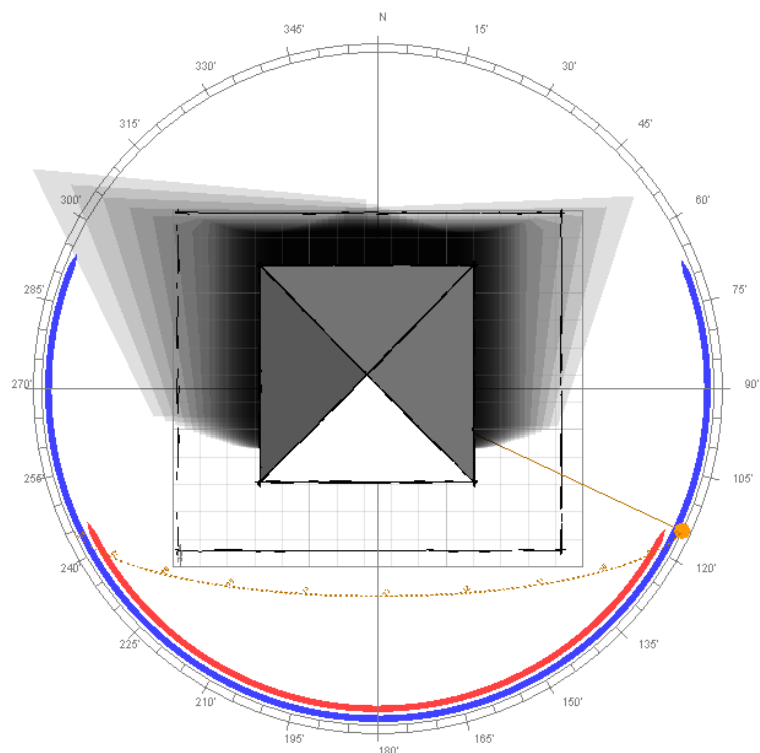
FONT: Autodesk Ecotect Analysis

ELABORACIÓ: pròpia

D'aquesta manera aconseguim els resultats exposats en l'anterior **apartat 4.1. protecció solar**.

En la següent figura es mostra el rang d'ombres al llarg d'un dia, donat el recorregut del sol i l'orientació que rep més radiació, tenint en compte que les proteccions solars són iguals per tots els murs, és la orientació sud, com es pot veure en els gràfics anteriors i en els **annexes 1\_meteonorm** i **annex 7\_Anàlisis**.

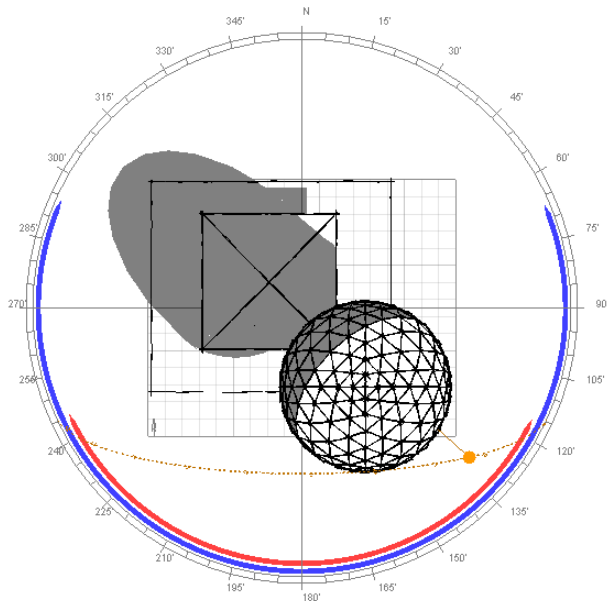
Procurarem localitzar cadascuna de les estances pròxima a l'arbrat existent a la parcel·la, si hi ha, ja que la majoria de la flora en aquesta regió és de fulla perenne, com per exemple el *Goumbambe (Cola Cordifolia)* o el *Karité (vitellaria paradoxa)* i ens beneficiaríem de l'ombra que projecten sobre l'estança tot l'any, especialment en orientació sud.



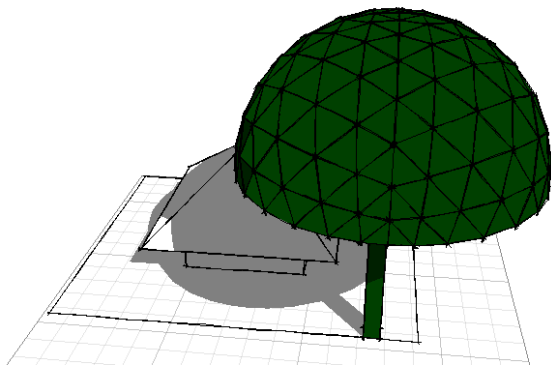
**Figura 4.1.9.** Rang d'ombres

FONT: Autodesk Ecotect Analysis

ELABORACIÓ: pròpia



**Figura 4.1.10.** Vista en planta de la projecció d'ombra d'un arbre en orientació sud sobre l'estança  
FONT: Autodesk Ecotect Analysis  
ELABORACIÓ: pròpia



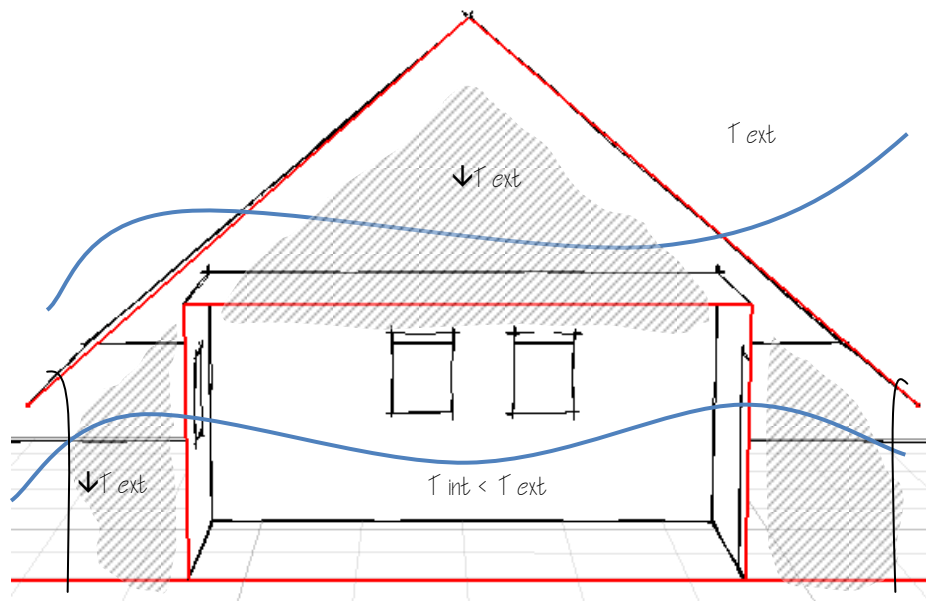
**Figura 4.1.11.** Perspectiva de projecció d'ombra d'un arbre en orientació sud sobre l'estança  
FONT: Autodesk Ecotect Analysis  
ELABORACIÓ: pròpia

A nivell estratègic procurarem distribuir les diferents edificacions que conformen les unitats de cada habitació de manera que al llarg del dia es beneficiïn de les ombres que projecten les unes sobre les altres, aconseguint reduir la temperatura interior de l'estança, ja que en determinats moments del dia els guanys energètics seràn menors, donat que no reben tanta radiació directa.



**Figura 4.1.12.** Exemple de distribució d'edificacions..  
Fotografia presa a les 12:00 aproximadament  
Camí a Enampor, Regió de Ziguinchor, Baixa Casamance, Senegal  
FONT: Pròpia

## 4.2. VENTILACIÓ



**Figura 4.2.1.** Esquema de ventilació

FONT: Autodesk Ecotect Anlysis

ELABORACIÓ: Pròpia

Com s'ha especificat en l'**annex 9\_Funcionalitat** és convenient ventilar l'estança per tal de dissipar les humitats a l'interior que es formen en les construccions tradicionals i actuals. En conseqüència, donada la protecció solar que es planteja, aconseguim un ambient més fresc a l'interior.

La coberta ventilada ens permet aconseguir una vida útil més elevada de l'element constructiu de coberta donat que el flux d'aire que es genera contribueix en el procés d'assecat d'aquesta en època de pluges, per tant, la palla no es manté humida durant grans períodes de temps i en conseqüència el procés de putrició d'aquesta i d'aparició de fongs és molt més lent.

Segons les dades obtingudes de la carta dels vents determinarem l'orientació NW com l'orientació principal de ventilació, així doncs, en la mida que sigui possible, projectarem les obertures principals en aquesta direcció, per aconseguir uns resultats òptims en aquesta tasca.

Establirem com a prioritari aconseguir crear **ventilació natural creuada** en totes les estances, ja que esdevé el mecanisme principal de regulació de la temperatura interior així com del grau d'humitat.

## 5 CONCLUSIONS

Determinem que:

**1** Amb un us adequat de l'estança aconseguim millorar de manera considerable la sensació de confort a l'interior principalment en conceptes de temperatura i humitat.

Per tractar aquests dos punts de desconfort treballem amb les proteccions solars i la ventilació de l'espai.

**2** Com hem vist en l'**annex 9\_Funcionalitat** les solucions constructives en el prototip d'habitació tradicional, no fan de la temperatura interior una temperatura òptima tot i que el comportament tèrmic de l'estança és millor que les altres tipologies que han estat objecte d'estudi.

Per optimitzar aquest funcionament és important treballar amb les proteccions solars de les obertures que es plantegen. Tradicionalment la construcció autòctona té poques obertures i aquest fet respon a un tema de seguretat.

Cal tenir en compte que a partir de les 7 de la tarda ja és negre nit, i que prèviament, durant el dia, la falta d'obertures fa que a l'interior no hi hagi suficientment llum per realitzar petites tasques limitant qualsevol activitat a l'ús d'una lot; ja que no es disposa d'un sistema elèctric regular, en el cas de que aquest existeixi.

És necessària la introducció d'obertures en l'edificació tradicional com es pot veure en l'**annex 9\_funcionalitat**; s'aconsegueix un major grau d'il·luminació interior de manera natural.

Les finestres estan protegides en la seva totalitat pel voaldui de coberta per tal d'evitar la incidència directa del sol, com es pot veure en l'apartat anterior, la il·luminació interior s'aconseguirà a través de la radiació solar difosa; d'aquesta manera no estem penalitzant les condicions de confort tèrmic interior.

**3** Al mateix temps estem treballant sobre la ventilació:

Les obertures es disposaran en paraments oposats per tal de generar corrent d'aire i aconseguir ventilació creuada natural i a ser possible en orientació **NW-SE** i d'aquesta manera aconseguirem regular el nivell d'humitat que es genera a l'interior al mateix temps que aconseguim reduir els guanys als murs donat que el flux d'aire que es genera ajuda a reduir-los i conseqüentment es redueix la temperatura superficial interior d'aquests així com la temperatura operativa interior.

Donat que el sistema muràri treballa per inèrcia, amb un bon sistema de ventilació aconseguirem que l'energia acumulada durant el dia s'expulsi cap a l'exterior durant l'última franja horària.



## 6 LLISTAT DE GRÀFICS

Gràfica 3.1.1. Radiació solar diària per hores segons orientació. ....	5
Gràfica 3.1.2. Radiació solar horària segons orientació. ....	6

## 7 LLISTAT DE FIGURES

Figura 2.1. Moduls de treball de Design Builder.....	4
Figura 2.1. Daily Sun Path d'una construcció tradicional a Senegal .....	4
Figura 2.2. Annual Sun Path d'una construcció tradicional a Senegal .....	4
Figura 2.3. Diagrama estereogràfic .....	4
Figura 3.2.1 Esquema anual de valors de vent. ....	7
Figura 3.2.2. Esquema de valors de vent del període Juny-October .....	8
Figura 3.2.3. Esquema de valors de vent del període Novembre-Maig .....	8
Figura 4.1.1. Diagrama estereogràfic de les obertures amb orientació NORD. ....	9
Figura 4.1.2. Diagrama estereogràfic de les obertures amb orientació EST. ....	9
Figura 4.1.3. Diagrama estereogràfic de les obertures amb orientació SUD. ....	9
Figura 4.1.4. Diagrama estereogràfic de les obertures amb orientació OEST.....	9
Figura 4.1.5. Incidència de la radiació solar directa i difosa sobre el mur EST – 8:30h .....	10
Figura 4.1.6. Incidència de la radiació solar directa i difosa sobre el mur SUD – 12:00h .....	10
Figura 4.1.7. Incidència de la radiació solar directa i difosa sobre el mur OEST – 17:30h .....	10
Figura 4.1.8. Esquema en secció de les proteccions solars de l'edificació. ....	11
Figura 4.1.9. Rang d'ombres.....	11
Figura 4.1.10. Vista en planta de la projecció d'ombra d'un arbre en orientació sud sobre l'estança .....	12
Figura 4.1.11. Perspectiva de projecció d'ombra d'un arbre en orientació sud sobre l'estança .....	12
Figura 4.1.12. Exemple de distribució d'edificacions.. ....	12
Figura 4.2.1. Esquema de ventilació.....	13

## 8 BIBLIOGRAFIA

[<http://>]GOOGLE, Motor de Recerca  
[www.google.com](http://www.google.com)

### [Curs]Design Builder

Curs de 20h de Design Builder, Estudi SEED Barcelona.  
 Professor: Alfonso Godoy, Arquitecte Superior, PhD Student UPC.

### [Programes] BIM, Programes de Simulació Dinàmica

*Autodesk Ecotect Analysis*  
*Design Builder*

### [Testimonis]

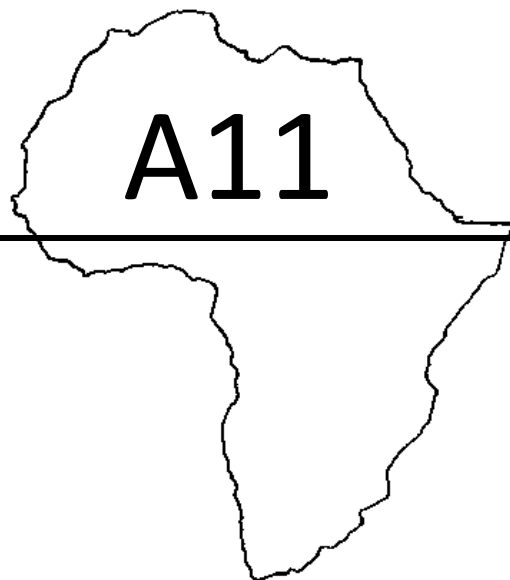
#### “Budy”

Senegalès resident a Dindéfelo, natiu de Dindéfelo.  
 Guia turístic i amic.



TREBALL DE CAMP A SENEGAL

---





## ANNEX 11

## ÍNDEX

ANNEX 11 .....	1
ÍNDEX.....	1
1 OBJECTIU .....	3
2 DESPLAÇAMENT A SÉNÉGAL.....	3
2.1. NAIXEMENT .....	3
2.2. PLANTEJAMENT DEL VIATGE .....	4
2.3. ACTIVITATS I RESULTATS.....	6
2.4. CRONOGRAMA .....	7
3 EXPERIÈNCIA.....	8
4 JUSTIFICACIÓ GRÀFICA .....	10
6 BIBLIOGRAFIA .....	10



## TREBALL DE CAMP A SENEGAL

---

### 1 OBJECTIU

El desplaçament a Senegal, concretament a la regió sud-est, a País Bassari, es planteja amb els següents objectius:

**OBJECTIU PRINCIPAL.** Reforçar tots els coneixements que he adquirit en la primera fase del projecte, de manera totalment teòrica, i conèixer en primera persona la realitat de d'indret, recollint tots els testimonis possibles, per tal de poder establir les bases per a millorar les condicions de confort de la construcció tradicional d'una manera sòlida i realitzar un recull fotogràfic de totes les tipologies, elements i sistemes dels quals s'han parlat en la memòria.

**OBJECTIUS ESPECÍFICS.** Establir aquestes bases d'una manera completa per tal de poder plantejar nous projectes a partir d'aquest que compleixin l'objectiu principal d'aquest estudi: millores en el nivell de confort actual de la construcció tradicional del sud-est de Senegal, País Bassari.

### 2 DESPLAÇAMENT A SÉNÉGAL

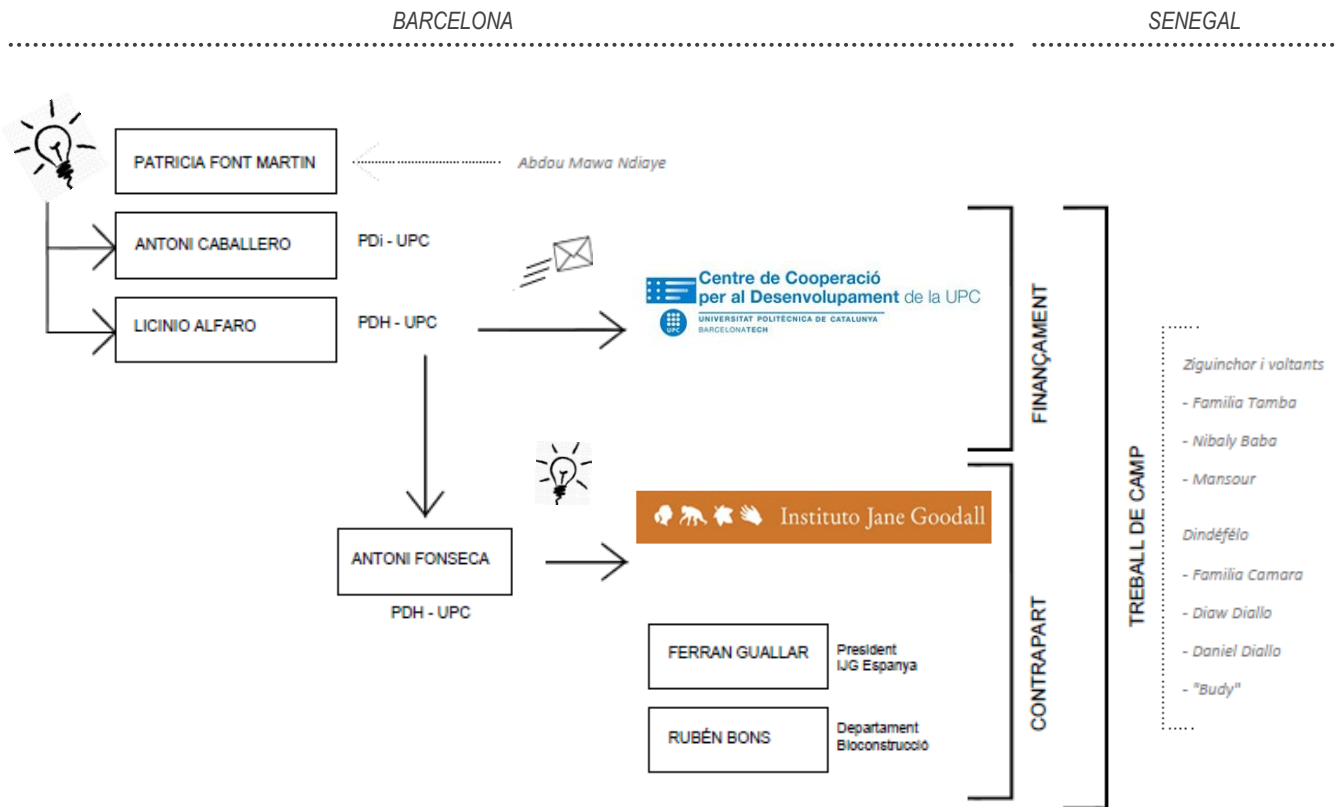
#### 2.1. NAIXEMENT

L'oportunitat del desplaçament a Senegal neix a través del CCD, Centre de Cooperació al Desenvolupament de la UPC (Universitat Politècnica de Catalunya), ja que donat la meves circumstàncies personals no podia afrontar un viatge d'aquest tipus de manera completament autònoma.

En **Licínio José Alfaro Garrido** (PhD Student UPC), un dels meus tutors, mesos i mesos enrere va redirreccionar-me un correu que parlava sobre la convocatòria d'ajuts 2014 del **CDD** (Centre de Cooperació per al Desenvolupament), justos de temps però, amb l'ajuda d'en **Toni Fonseca i Casas**, (PhD Student UPC – Architect CoFundador Assoc. ARS Project, SUMM LAB), company professional d'en Licinio, vàrem aconseguir posar-nos en contracte amb **Rubén B. Bons** ex alumne d'en Toni i responsable del departament de Bio Construcció a l'**IJGE Senegal** (Institut Jane Goodall Espanya a Senegal) a l'estació Biològica Fouta-Djallon, a Dindéfélo, qui ens va ajudar contra tot pronòstic a preparar tota la documentació necessària per tal de poder presentar el projecte a l'aplicatiu.

Un cop establert el vincle amb en Rubén, orquestrats per en **Ferran Guallar Caballé**, president de l'**IJGE** (Institut Jane Goodall Espanya).

El meu treball però, està tutoritzat per dos docents del centre, un dels quals professor adjunt, mencionat anteriorment, i **Antoni Caballero Mestres**, PDi (professor titular del Departament de Construccions Arquitectòniques II ) qui ha assumit la responsabilitat de fer el seguiment no només del projecte sinó del desplaçament i el treball realitzat al camp.



**Figura 2.1.1.** Esquema de la relació de tots els agents participants del projecte.  
ELABORACIÓ: pròpia

## 2.2. PLANTEJAMENT DEL VIATGE

El viatge, des de la seva primera concepció fins la darrera ha canviat en mil maneres el seu itinerari, els seus contactes, i les seves prioritats.

Amb, però, un objectiu molt clar, com s'ha definit en el primer apartat, de recollida de testimonis, no només de terceres persones sinó també el meu propi, i recollida de material gràfic que de manera visual pogués explicar a qui no ha tingut l'oportunitat de conèixer la realitat de la zona en primera persona, quines són les tipologies constructives tradicionals, com construeixen actualment i quines situacions de desconfort es viuen amb normalitat a la zona per poder donar-los resposta.

El trajecte es va acabar determinant gràcies a l'ajuda de persones espanyoles residents a Senegal, sense cap vincle amb el projecte, així com també els col·laboradors de d'Institut Jane Goodall, com gràcies a l'ajuda de senegalesos que estan residint aquí a Barcelona amb els quals m'he reunit al llarg de tot el procés de preparació.

Per descriure l'estat de l'art de la zona d'una regió en concret, sigui quin sigui el país d'estudi, és important estudiar prèviament que passa al voltant d'aquesta àrea, perquè ningú de nosaltres vivim en una bombolla perfectament aïllada, i és habitual i normal assumir, adaptar i apropiat-se de coneixement, tecnologia i hàbits de qui resideix pròxim a nosaltres, i viceversa.

És en aquest punt que neix la necessitat de no viatjar directament a Dindéfelo i establir-me a l'Estació biològica de l' Institut Jane Goodall des del primer moment. Es planteja, doncs, prèviament a l'arribada a País Bassari la visita de dues zones: regió de Tambacounda i la zona de la Baixa Casamance (regió de Ziguinchor, Sédhio i Kolda), de totes les que conformen Senegal, les quals colindem amb la regió de Kédougou, zona d'aplicació del projecte.





Figura 2.2.1. Recorregut final del desplaçament.

ELABORACIÓ: pròpia

RUTA COMPLETA

Barcelona – Dakar – Ziguinchor – Enampor – Ossouye – Mlomp - Cap Skiring – Ossouye – Ziguinchor – Kolda – Velingara – Tambacounda – Kédougou – Dindéfelo – Bandafassi – Andyel – Iwol – Ibel – Salemata – Ethiolo – Bandafassy i – Ségou – Dindefelo – Kédougou – Tambacounda – Kaolak - M'bour – Dakar – Barcelona.

RUTA PEL PAIS BASSARI

Bassari

Bedik

Fulani

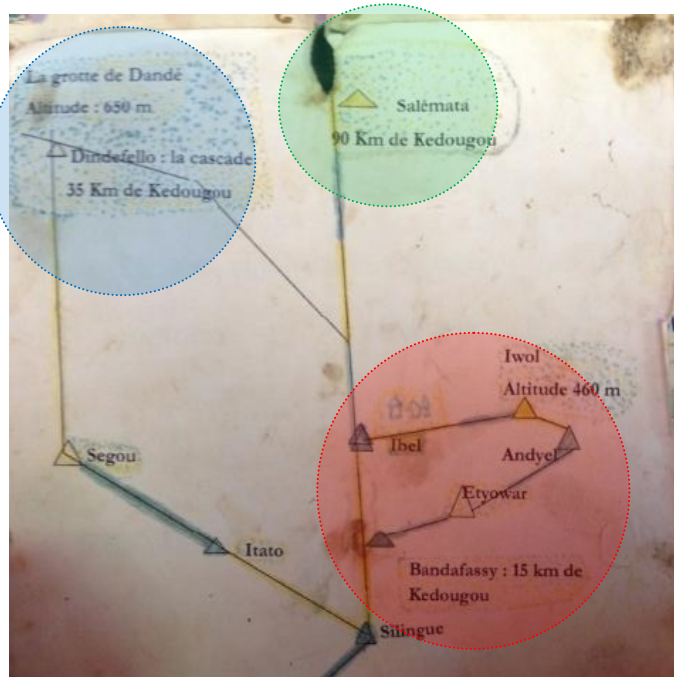


Figura 2.2.1. Recorregut del País Bassari

FONT: Daniel Diallo, Campement Chez Dia, Kédougou.

*Peul*



*Bedik*



*Bassari*



**Figura 2.2.2.** Vista d'un dels pobles representatius de cadascuna de les ètnies de País Bassari.  
Dindéfélo : Peul Iwol : Bedik  
FONT: Pròpia

*Ethiolo : Bassari*

### 2.3. ACTIVITATS I RESULTATS

#### ACTIVITATS REALITZADES

1. Integració amb la població autòctona - convivència durant la primera meitat del desplaçament amb la família Tamba (Ziguinchor, Regió de Ziguinchor. Ètnia Diola) - i la segona meitat amb la família Camara (Dindéfélo, Regió de Kédougou. Ètnia Peul)
2. Recull de testimonis
3. Recull de les impressions i sensacions de confort en primera persona
3. Recull fotogràfic de les tipologies constructives objectes d'estudi en el meu treball

#### RESULTATS ACONSEGUITS

He pogut fer un recull de totes les informacions detallades en l'apartat anterior.

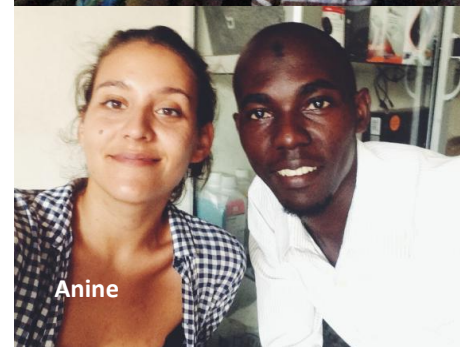
-Testimonis reals, inclòs el meu

-Fotografies tècniques de totes les construccions i elements que han estat objecte d'estudi en el treball

- Més enllà dels objectius plantejats per a la resolució del projecte: creixement personal i re ajust de prioritats

2.4. CRONOGRAMA

<b>Data</b>	<b>Població</b>	<b>Descripció de l'activitat</b>	
5/10	Barcelona	<b>Barcelona - Dakar</b>	
6/10	Dakar	Ferry Dakar - Ziguinchor	
7/10	Ziguinchor		
8/10	Enampor Ossouye	<b>Maisons Impluviums – Recull fotogràfic</b>	FAMÍLIA TAMBA
9/10	Ossouye	Ruta amb Bicicleta – <b>Maison ventilé – effet venturi – Recull fotogràfic</b>	
10/10	Mlomp	<b>Maison d'argile de deux étages – Recull fotogràfic</b>	
11/10	Ziguinchor	<b>7 place</b> Ziguinchor - Tamba	7 place Tamba - Kédougou
12/10	Tambacounda		
	Kédougou		
	Dindéfelo	<b>7 place</b> Kédougou – Dinde.	
13/10	Dindéfelo	IJGE – Treball sobre la informació obtinguda durant la primera part del viatge. + Recull de testimonis / fotogràfic – <b>Poble Peul</b>	FAMÍLIA CAMARA // IJGE
:			
19/10			
20/10	Bandafassi	<b>Poble Bedik – Recull de testimonis / fotogràfic</b>	
21/10	Andyel – Iwol - Ibel	<b>Poble Bedik – Recull de testimonis / fotogràfic – Daniel Diallo</b>	
22/10	Salemata - Ethiolo	<b>Poble Bassari - Recull de testimonis / fotogràfic - Balingo</b>	
23/10	Dindéfelo	IJGE – Treball sobre la informació obtinguda durant la ruta per País Bassari.	
:			
27/10			
28/10	Dindéfelo	<b>7 place</b> Dinde - Kedou	Niokolo – Bus Kédougou - Dakar
	kédougou		
29/10	Dakar		
30/10	Dakar	Estada a la residència universitària amb el meu germà africà, <b>Anine</b> , i els seus companys d'habitació. <i>Recull de testimonis.</i>	ANINE (família Tamba)
31/10	Dakar		
1/11	Dakar		
2/11	Dakar	<b>Dakar – Barcelona</b>	



### 3 EXPERIÈNCIA

Ha estat una de les experiències més boniques i satisfactòries que he viscut mai fins al moment.

Un cop arribes has de procurar no perdre el nord, part dels diners amb els que viatges no son teus i has d'acomplir uns objectius marcats per al projecte que estàs desenvolupament, i sovint no és una tasca fàcil perquè pel fet de ser blanc intenten cobrar-te més en qualsevol servei, i costa aprendre a regatejar preus i a entendre com funciona el món africà, ja que accions tan senzilles coma agafar un autobús són diametralment oposades a com les realitzem a Europa.

Es per això, que la primera vegada que poses un peu al continent africà, concretament a un país del que coneixem com l'Àfrica sub sahariana és aclaparador; encara més si viatges sol, com va ser el meu cas; es molt fàcil sentir-se com un autèntic estrany.

Però al mateix temps has de deixar-te portar i sobretot permetre que la gent et canvii.

A Senegal, país que he tingut la immensa sort de poder viure des de dins, he conegut gent extraordinàriament meravellosa que m'ha ajudat en tot moment com si fos una filla o una germana més.

La família Tamba, gràcies a haver conegut l'Anine (un dels fills de la família) setmanes abans per mitjà d'una xarxa social de viatgers, va obrir-me les portes de casa seva des del primer dia i m'ha donat la oportunitat de gaudir del sud i d'ells com si fos una jove africana més. I vull remarcar que a dia d'avui penso en tot el viscut i sento que tinc una nova família, que em pensa cada dia i m'espera de nou.

He sentit, he viscut, he après, he après a compartir, no tal i com ho coneixem nosaltres, a compartir en tota l'amplitud del seu significat, tant que a vegades he plorat d'admiració i de vergonya.

He sentit el canvi del qual tothom parla en la primera experiència africana, però divergeixo en l'essència d'aquest canvi, Àfrica és un continent de contrastos, i Senegal un país meravellós, però ha estat la gent, especialment la família Tamba, qui ha aconseguit que a dia d'avui part de mi encara resti allà, i la que camina per Barcelona continuï plantejant-se les seves prioritats i reajustant els seus valors.

Tot i la dificultat que representa plantejar un viatge d'aquest tipus per un únic viatger, i en aquest cas una noia, en un país de majoria musulmana i culturalment tant diferent al nostre, sense parlar la llengua oficial ni tenir contactes a tots els pobles marcats com a objectiu de visita, mai, ni per un moment, m'he sentit ni perduda, ni sola, ni atemorida.

No sé si s'ha d'estar fet d'una pasta especial, però, sincerament crec que és una experiència que tothom qui esta disposat hauria de procurar trobar els mitjans per viure-la, sense prejudicis, ni temors de cap tipus.

Queda palès que és important no oblidar els objectius marcats per al desenvolupament del treball de camp i t'hi dediques de manera constant, malgrat el calor, la humitat, la set, i una infinitat de situacions més a les quals no estem ni de bon tros acostumats, i ho acabes gaudint enormement.

Però quan fas retrospectió t'adones què el projecte queda enfosquit per unes gents tant extraordinàries que ocupen gairebé el cent per cent dels teus pensaments i sentiments, allà i havent tornat, però al mateix temps són aquestes gents qui et reafirmen en l'objectiu del teu estudi.





*Figura 3.1. Família Tamba i jo*  
*FONT: pròpia*

## 4 JUSTIFICACIÓ GRÀFICA

Figura 2.1.1. Esquema de la relació de tots els agents participants del projecte. ....	4
Figura 2.2.1. Recorregut final del desplaçament.....	5
Figura 2.2.1. Recorregut del País Bassari.....	5
Figura 2.2.2. Vista d'un dels pobles representatius de cadascuna de les ètnies de País Bassari. ....	6
Figura 3.1. Família Tamba i jo.....	9

## 6 BIBLIOGRAFIA

**Patricia Font Martin**, Estudiant de l'EPSEB – UPC, en al realització del seu darrer curs.  
Desenvolupament del Treball de Final de Gra (TFG).

Inici: Març 2014

Final: Novembre 2014

Desplaçament a terreny, Sud de Senegal : 5/10/2014 – 2/11/2014