

Proyecto y Obra de un hospital y un laboratorio en Gambia

Project and Construction of a Hospital and Laboratory in The Gambia

Esteban Huici Meseguer^a, Xavier Mas Garcia^b

^a Ingeniero de Caminos, C.y P. Ingeniero de Proyectos. IDOM Consulting, Engineering, Architecture (Barcelona) ehuici@idom.com

^b Arquitecto. Responsable de Estructuras. IDOM Consulting, Engineering, Architecture (Barcelona) xavier.mas@idom.com

RESUMEN

Este artículo describe el diseño y la construcción del “National Emergency Treatment Center” y el “Food and Drug Quality Control Laboratory” en Gambia. Los proyectos se enfocan en fortalecer el sistema de salud del país, adaptándose a las condiciones locales y a las limitaciones del mercado. Se destacan las soluciones estructurales adoptadas, la importancia de la simplicidad en los procedimientos constructivos debido a la mano de obra poco cualificada, y la necesidad de priorizar la economía en la construcción. Además, se abordan los desafíos logísticos y técnicos, así como la colaboración con socios locales.

ABSTRACT

This article describes the design and construction of the “National Emergency Treatment Center” and the “Food and Drug Quality Control Laboratory” in Gambia. The projects focus on strengthening the country’s healthcare system by adapting to local conditions and market limitations. The structural solutions adopted, the importance of simplicity in construction procedures due to the low-skilled labor force, and the need to prioritize cost-effectiveness in construction are highlighted. Additionally, the logistical and technical challenges as well as the collaboration with local partners are addressed.

PALABRAS CLAVE: estructura de hormigón, estructura metálica, construcción en país en desarrollo.

KEYWORDS: concrete structure, steel structure, construction in developing country.

1. Introducción

Los proyectos “National Emergency Treatment Center” “Food and Drug Quality Control Laboratory” en Gambia surgen para fortalecer el sistema de salud de Gambia, cuya vulnerabilidad se evidenció con la pandemia de COVID-19. La falta de instalaciones públicas adecuadas para el tratamiento y diagnóstico llevó al gobierno, con apoyo del World Bank, a priorizar la construcción de un hospital de emergencias y un laboratorio nacional, mejorando así la

preparación y respuesta sanitaria del país ante futuras crisis.

El hospital (Figura 1), que cuenta con una superficie construida de 9731 m², se ubica en Farato, Kombo Norte, en la Región de la Costa Oeste. El complejo del hospital cuenta con las siguientes instalaciones:

- NETC: Centro Nacional de Tratamiento de Emergencias.

- NOTC: Centro Nacional de Observación y Tratamiento
- NPHL: Laboratorio Nacional de Salud Pública y Centro de Capacitación.
- Centro de Conferencias / Reuniones de Capacitación para el Ministerio de Salud

El complejo del hospital cuenta con 13 edificios de una y dos alturas. Aquellos que tienen una altura han sido diseñados para permitir una futura ampliación de una planta.



Figura 1. National Emergency Treatment Center

Por otro lado, el laboratorio (Figura 2), que cuenta con una superficie construida de 3716 m² se ubica en Brusubi también en la Región de la Costa Oeste. El edificio cuenta con dos módulos simétricos, que permitirían una ampliación de hasta dos plantas en un futuro.



Figura 2. Food and Drug Quality Control Laboratory.

2. Descripción de la estructura

2.1 National Emergency Treatment Center

Todos los edificios que forman parte del complejo del hospital tienen una estructura de hormigón armado.

La cimentación de los edificios se resuelve con una losa de cimentación de 50 cm de canto, debido a la escasa capacidad portante del terreno.

Se establece una crujía tipo de luces cortas, siendo de 3.5 x 7.0 m. En un principio se planteó emplear muros de bloque armado en la fachada como apoyo perimetral de los forjados asimilándose a la construcción local. Pero esta idea se descartó debido al escaso control de calidad en los bloques, que se fabricaban in situ o en pequeños talleres cercanos a la obra.

Por tanto, se estableció una estructura de pórticos en las dos direcciones, consistente en pilares de 30 x 30 cm y vigas de 30 x 50 cm (Figura 4). Los forjados se resuelven con losa maciza de 15 cm de espesor.

Los edificios cuentan con una sobrecubierta metálica consistente en una serie de cerchas paralelas separadas entre sí, 7 m, formadas por perfiles tubulares cuadrados y rectangulares. Estas cerchas apoyan sobre unos plintos de hormigón que arrancan desde el nivel de cubierta, continuando los pilares. La luz máxima entre apoyos de cercha es de 7 m y cuentan con un voladizo de 3.5 m.

La motivación de emplear perfiles tubulares se debe a que el socio local advierte de que en el país sólo se disponen de esos perfiles, por lo que se adapta la estructura con la serie provista.



Figura 3. Ejecución de forjado sanitario con casetones plásticos

Cada una de las cerchas se divide en dos semicerchas de 14 m de longitud, uniéndose en

la cumbrera de la cubierta mediante una unión atornillada. De este modo, se facilita su instalación en la cubierta con medios de elevación ligeros (Figura 5).

Las juntas de dilatación del edificio se implementan con doble pilar, lo cual representa la forma más sencilla de materializarlas.

El nivel de planta baja de todos los edificios se encuentra 50 cm elevado sobre la

losa de cimentación para evitar la entrada de agua durante lluvias torrenciales. Para salvar esta distancia, se ha construido un forjado sanitario utilizando casetones plásticos apoyados directamente sobre la losa de cimentación, sobre los cuales se coloca un mallazo y se hormigona una capa de compresión de 5 cm (Figura 3).

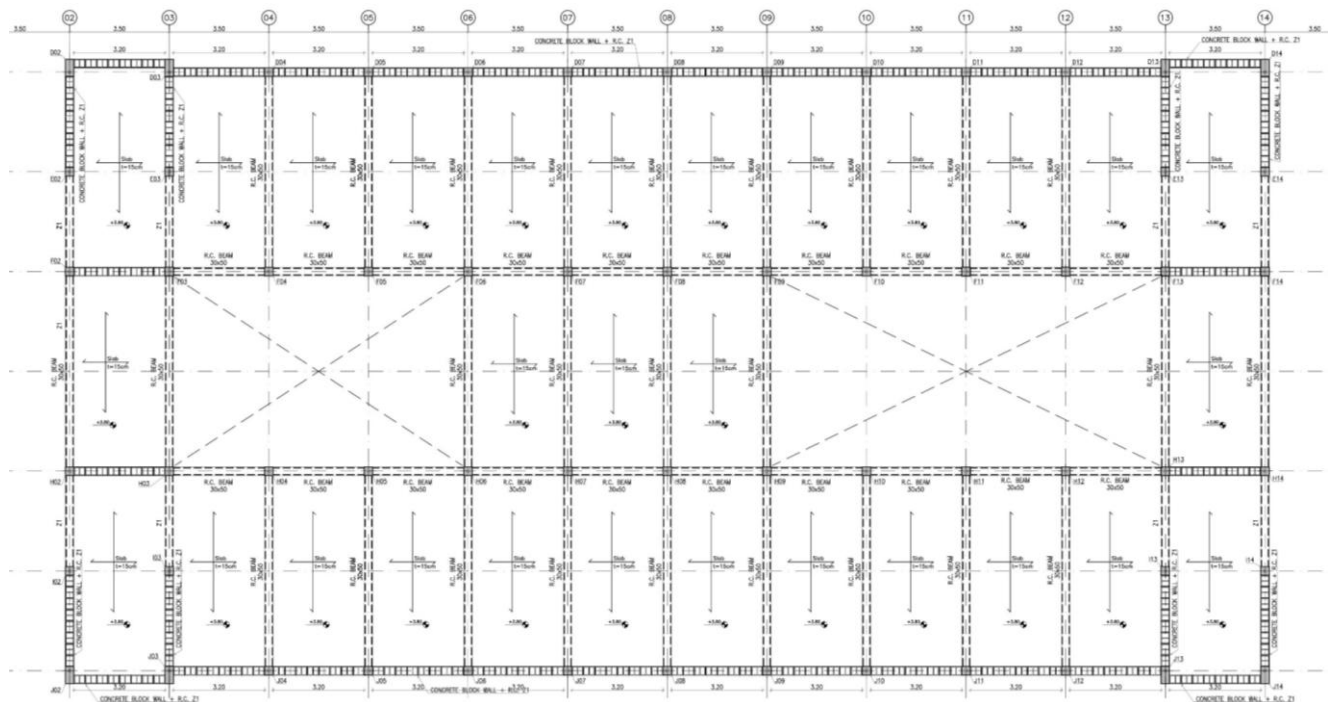


Figura 4. Planta edificio tipo (National Emergency Treatment Center)

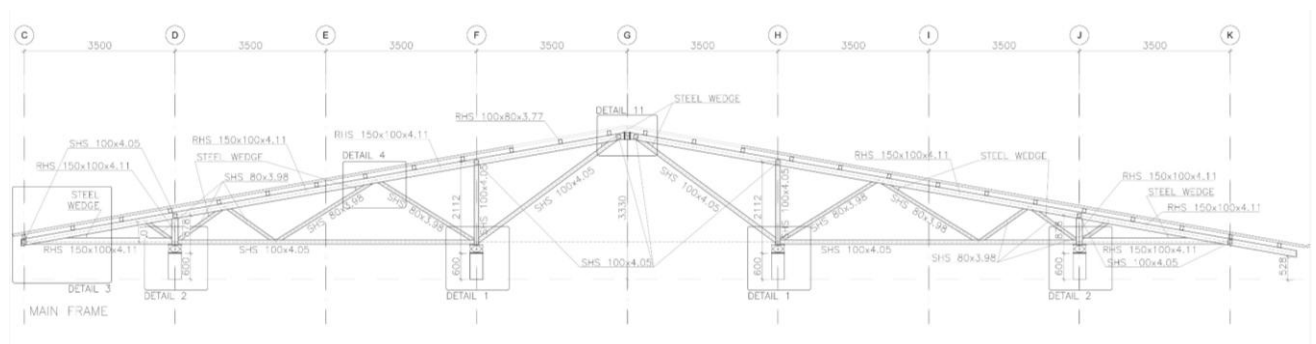


Figura 5. Sección tipo cerchas de cubierta (National Emergency Treatment Center)

2.2 Food and Drug Quality Control Laboratory

El proyecto del laboratorio se inicia aproximadamente dos años después del inicio del proyecto del hospital, y una vez ha transcurrido aproximadamente un año de obra de este. Con la experiencia adquirida, se realizan algunas modificaciones en base al conocimiento de la oferta de materiales del mercado local y las técnicas disponibles en la región.

La cimentación del edificio se resuelve mediante una losa de cimentación de 50 cm de espesor. En este caso, se planteó la cimentación y los pilares del edificio para que permitieran una ampliación en el futuro de hasta dos plantas.

La estructura consiste en pórticos en las dos direcciones de 6.40 x 6.40 m de luz. Siguiendo el mismo criterio que en el hospital, no se emplean los muros de fachada de bloque para soportar carga.

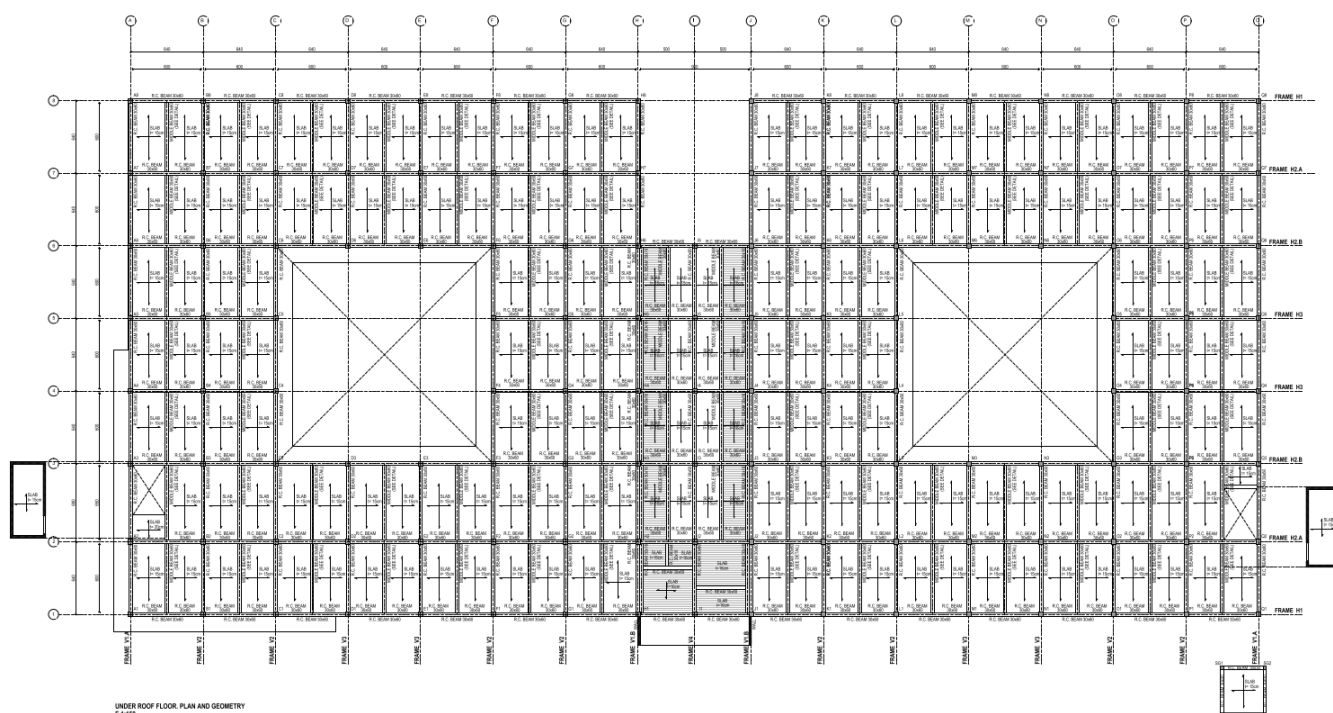


Figura 6. Planta “Food and Drug Quality Control Laboratory”

Los pilares son de 40 x 40 cm, y las vigas de 30x60 cm. Los vanos de 6.40 m cuentan con una viga parteluz en una dirección, también de 30x60 cm, permitiendo que la losa tenga un espesor de 15 cm (Figura 6).

El edificio cuenta con dos juntas de dilatación en la parte central, de modo que quedan tres módulos diferenciados: los dos módulos laterales de geometría cuadrada de 44.80 m de lado, y un módulo central que abarca dos crujías (10 m) que vincula a los dos primeros. En este caso, las juntas de dilatación se materializan mediante pasadores a cortante

unidireccionales, una vez conocido que el contratista iba a ser capaz de importar estos elementos a la obra.

El edificio cuenta con una segunda cubierta metálica formada por vigas IPE separadas entre sí 6.40 m separadas de la cubierta de hormigón mediante unos tornapuntas en diagonal formados por perfiles tubulares. Las vigas se unen entre sí mediante perfiles IPE y HEA (Figura 7). La introducción de estos perfiles diferentes a los tubulares en esta estructura se debe a que se conocía que el contratista sería extranjero, y que prefiere

importar el material a comprarlo en ámbito nacional.

Del mismo modo que ocurre en el hospital, se ejecuta un forjado sanitario para

salvar la altura desde la losa de cimentación hasta la solera de la planta baja.

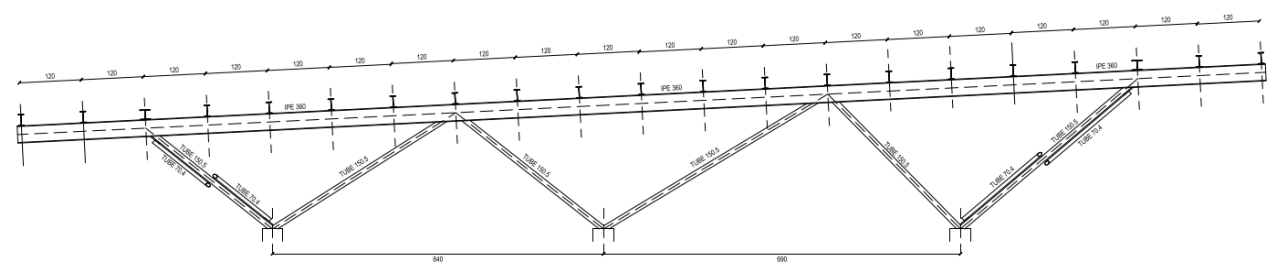


Figura 7. Sección tipo estructura de cubierta (Food and Drug Quality Control Laboratory)

2. Criterios de diseño y cálculo de la estructura

El programa de cargas para ambos proyectos se ha definido empleado el Eurocódigo 1 [1] y el anejo nacional de UK (Tabla 1):

Tabla 1. Valores de carga empleados en el cálculo.

Hipótesis	Valor (kN/m²)	Comentarios
PP	-	Según peso del elemento
CM forjado	2.50	Se añade 1.20 kN/m² para considerar particiones
CM cubierta	3.00	
SCU	3.00	

Para la determinación del valor de presión de viento, dado que no existe normativa de aplicación específica en el país donde éste se defina, se han investigado los registros disponibles en el Aeropuerto Internacional de Banjul. Dado que el valor de q_p obtenido es de 0.27 kN/m^2 , se considera extremadamente bajo, por lo que, por el lado de la seguridad, se aplica un valor de 0.80 kN/m^2 . No obstante, este es el valor que se suele emplear como práctica habitual en los proyectos en Gambia, según el socio local.

Dado que los edificios de ambos proyectos tienen una longitud máxima de 40 m,

se omiten los efectos de la temperatura sobre la estructura por considerarse estos despreciables.

En Gambia no hay riesgo sísmico, por lo que no será necesario considerar sus efectos sobre la estructura.

La estructura de hormigón se ha calculado según el Eurocódigo 2 [2], mientras que la estructura metálica se ha calculado según el Eurocódigo 3 [3], en ambos casos con el Anejo Nacional Británico, según requerimiento del cliente.

El software empleado para el cálculo de la estructura de hormigón ha sido Cypecad, mientras que para las estructuras metálicas de cubierta se ha empleado Cype 3D.



Figura 8. Mockup de la estructura de cubierta inspeccionada in situ

El diseño tanto del hospital como del laboratorio con cimentaciones superficiales presentó un gran reto. Optar por cimentaciones profundas habría comprometido la viabilidad

económica de los proyectos y habría sido complicado disponer de la maquinaria especializada necesaria para su ejecución.

El terreno existente en los dos proyectos es arcilla arenosa. Los valores de tensión admisible resultantes de los estudios geotécnicos contaban con una gran dispersión, además de ser muy bajos, y no mejoraban hasta alcanzadas profundidades de aproximadamente 8 m. Se adoptaron valores de 69 y 100 kN/m², en el proyecto del hospital y del laboratorio, respectivamente.

Para el cálculo de las losas de cimentación se ha empleado un módulo de balasto de 20000 kN/m³. Este valor no se ha facilitaba en los estudios geotécnicos, por lo que se obtuvo de los valores orientativos de coeficiente de balasto K30 indicados en la tabla D.29 del DBSE-C [4], y posteriormente aplicando las correlaciones propuestas por Terzaghi [5] para suelos cohesivos, que, aunque se trata de una simplificación, es suficientemente conservador para el caso en cuestión. Se hizo un análisis de sensibilidad considerando el doble y la mitad de este valor, y se determinó que el armado de la cimentación no variaba.

El canto de las losas de cimentación de 50 cm se justifica por la escasa capacidad portante del terreno, por lo que es necesario que la losa sea suficientemente rígida como para repartir la carga que descende por el pilar en toda su área de influencia.

4. Desafíos en la construcción

A principios de 2022 dio comienzo la obra del hospital, siendo adjudicada a la empresa de origen indio Shapoorji Pallonji, quien también está a cargo de la construcción del campus de la Universidad de Gambia.

Por otro lado, la obra del laboratorio comenzó a finales de 2023, siendo adjudicada a la empresa Swami India International Limited.

Se tratarán los desafíos y singularidades más destacadas en el transcurso de los más de

dos años de obra del hospital, así como se explicará la procedencia y transformación de las principales materias primas necesarias para la estructura.

Gran parte de los materiales empleados en la construcción de la estructura llegaban “en bruto”, y en la propia obra se procedía a la transformación para adecuarlo a las necesidades del proyecto.

Por ejemplo, antes del comienzo de las actividades de ferralla, se instaló un taller de ferralla donde los operarios se encargaban de cortar y doblar las armaduras que se utilizarán posteriormente.

Lo mismo ocurría con los perfiles de acero, que se traían a la obra en longitudes de 6 y 12 m. Se cortaban in situ y se soldaban en obra para conformar las cerchas. Sobre las soldaduras efectuadas, se realizaban los oportunos ensayos con líquidos penetrantes [6] y partículas magnéticas [7]. De este modo, apenas existen uniones atornilladas en la obra, sólo aquellas que se requieren para la fase final del montaje una vez ubicadas en su posición definitiva.

Cuando llegaron los perfiles tubulares para la estructura metálica a la obra, se comprobó que no cumplían con las dimensiones y espesores especificados en proyecto. Dado el importante esfuerzo que supone la obtención y transporte de este material en el país, se decidió rediseñar la estructura durante la obra con el fin de aprovechar los perfiles disponibles. Asimismo, se consideraron las dificultades expuestas por el constructor para la ejecución de la estructura, de modo que se modificó el proyecto con afán de simplificar la construcción y montaje de la estructura.

La puesta en obra de los elementos de hormigón se llevó a cabo mediante dos métodos distintos, seleccionados en función del volumen de hormigón a verter. Para los grandes volúmenes, como losas y forjados, se utilizó un camión hormigonera que procedía de una planta de hormigón ubicada en Senegal. Sin embargo, para los volúmenes menores, como pilares y

escaleras, se instaló una hormigonera in situ., y la dosificación del hormigón se realizaba manualmente. El hormigón ya preparado se vertía en el cangilón de la grúa, que posteriormente lo transportaba y depositaba donde se requería.

En la obra se instaló una pequeña planta para la fabricación de bloques de hormigón, equipada con una hormigonera de eje vertical y una máquina de moldeo de bloques (Figura 8). Una vez fabricados, los bloques se curaban acopiándolos en la parcela y dejándolos secar al sol. Debido a la falta de control de calidad en el proceso de fabricación y curado de los bloques, se decidió descartar el uso del sistema estructural de bloque armado como muros de carga.



Figura 9. Instalación de fabricación de bloques de hormigón en obra

Conclusiones

El desarrollo del “National Emergency Treatment Center” y el “Food and Drug Quality Control Laboratory” en Gambia han sido dos proyectos de gran envergadura que mejorarán notablemente las condiciones sanitarias del país. La complejidad radica en que han requerido una adaptación constante a las condiciones locales y a las limitaciones del mercado.

La disponibilidad y calidad de los materiales locales ha sido un factor determinante en el diseño y ejecución de las estructuras. La decisión de no utilizar muros de bloque armado debido a la baja calidad de los bloques

disponibles localmente, y optar en su lugar por estructuras de pórticos de hormigón armado, garantizará la durabilidad de las edificaciones.

En las soluciones constructivas implementadas en los proyectos, se ha priorizado soluciones que garanticen un mantenimiento mínimo a largo plazo. Esto es esencial en contextos donde los recursos disponibles para el mantenimiento son extremadamente limitados.

Además, la simplicidad en los procedimientos constructivos ha sido esencial debido a la baja cualificación de la mano de obra local. La implementación de soluciones constructivas sencillas ha facilitado la correcta ejecución de las obras, minimizando errores y optimizando el uso de los recursos disponibles. La experiencia en obra ha demostrado que es fundamental detallar cuidadosamente los proyectos, ya que los trabajadores tienden a seguir al pie de la letra las indicaciones de los planos sin interpretar posibles adaptaciones o ajustes.

Otro aspecto relevante ha sido el procesado in situ de muchos de los materiales necesarios para la construcción. La instalación de talleres de ferralla y estructura metálica ha supuesto un reto logístico en la obra, puesto que operaciones se realizan dentro de la obra.

La economía ha sido un factor constante a lo largo del proyecto. La elección de cimentaciones superficiales en lugar de profundas, a pesar de las limitaciones del terreno, ha sido una decisión basada en la viabilidad económica y la disponibilidad de maquinaria especializada. Esta decisión ha requerido un diseño cuidadoso para asegurar la estabilidad de las estructuras, considerando las bajas capacidades portantes del suelo.

Finalmente, la colaboración con técnicos locales ha sido crucial para superar los desafíos logísticos y técnicos. La capacidad de importar materiales específicos y la flexibilidad para rediseñar elementos estructurales durante la obra han sido factores clave para el éxito del proyecto.

De esta manera, la experiencia adquirida en el proyecto del hospital ha permitido optimizar el diseño y la ejecución del laboratorio, demostrando la importancia de la retroalimentación y la mejora continua en proyectos de esta naturaleza.

En resumen, el proyecto del hospital y el laboratorio en Gambia ha sido una experiencia enriquecedora que ha resaltado la importancia de la adaptación a las condiciones locales, la simplicidad en los procedimientos constructivos, y la colaboración efectiva entre todos los actores involucrados. Estas lecciones aprendidas serán valiosas para futuros proyectos en contextos similares, contribuyendo al desarrollo sostenible y la mejora de la infraestructura sanitaria en regiones con recursos limitados.

Referencias

[1] BS EN 571-1:1997. Eurocode 1. Actions on

structures. General actions. Densities, self-weight, imposed loads for buildings.

[2] BS EN 1992-1-1:2004. Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for building.

[3] BS EN 1993-1-1:2005: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.

[4] DBSE-C. Seguridad estructural: cimientos. Código Técnico de la Edificación (CTE)

[5] Evaluation of coefficients of subgrade reaction. Geotechnique, vol. 5. Terzagui, K (1955).

[6] BS EN 571-1:1997. Non destructive testing. Penetrant testing. General principles.

[7] BS EN 1290:1998. Non-destructive examination of welds – Magnetic particle examination of welds.



Figura 10. Estado actual de la obra del hospital