

MODELO BIM DE UN ARQUETIPO DE PLANTA NUCLEAR.

ENVIADO: Abril 2020

PUBLICADO: Junio 2020

*Manuel Arjona Carrasco
Ingeniero Eléctrico y Mecánico
Universidad de Sevilla
Email: manarjoc@gmail.com*

MODELO BIM DE UN ARQUETIPO DE PLANTA NUCLEAR.

Objetivo: Proyecto de modelado en entorno BIM mediante el empleo del software Edificius, de un arquetipo de planta de producción eléctrica nuclear modelo.

Diseño / metodología / enfoque: Representación del conjunto estructural de los distintos edificios tanto perimetralmente como de muchos de sus compartimentos interiores. Se realiza el modelo de los dos edificios de contención que albergan los dos reactores nucleares, los dos edificios de combustible, salvaguardias de la Unidad I y de la Unidad II, el edificio auxiliar y, finalmente, del edificio que recoge en su interior las dos turbinas y los dos alternadores. Se añaden detalles de los circuitos agua-vapor y muchos de los elementos presentes y útiles para el desarrollo de la actividad nuclear en cualquiera de este tipo de recintos.

Resultados: Se pretende con este proyecto dar a conocer, de forma muy gráfica, el funcionamiento, la estructura interna y algunos detalles de este tipo de plantas de generación eléctrica.

Originalidad: el modelado BIM de una central nuclear es un proyecto atípico.

Palabras clave: BIM, Central Nuclear, producción eléctrica.

Derechos de autor: Los autores conservan los derechos de autor de sus obras. Los artículos están licenciados bajo la licencia BY-NC-ND (Creative Commons Attribution 4.0 International Public License), que otorga derechos de acceso abierto a la sociedad. Específicamente, con la licencia BY-NC-ND no se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.

BIM MODEL OF A NUCLEAR PLANT ARCHETYPE

Purpose: BIM environment modeling project using Edificius software, an archetype of a model nuclear power plant.

Design / methodology / approach: Representation of the structural ensemble of the different buildings, both perimeter and many of their interior compartments. The model of the two containment buildings that house the two nuclear reactors, the two fuel buildings, Unit I and Unit II safeguards, the auxiliary building and, finally, the model that contains the two turbines and the two alternators. Details of the water-steam circuits and many of the elements present and useful for the development of nuclear activity in any of these types of enclosures are added.

Results: The aim of this project is to make known, in a very graphic way, the operation, internal structure and some details of this type of power generation plant.

Originality: BIM modeling of a nuclear power plant is an unusual project.

Key words: BIM, Nuclear Power Plant, electrical production.

Copyright: © 2018 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

www.journalbim.org



1. INTRODUCCIÓN

La tecnología BIM surge como una nueva revolución en el sector de la construcción. Se trata de una metodología tecnológica de trabajo que genera y gestiona los datos de un proyecto de edificación o infraestructura desde el mismo momento en que empieza el proceso de diseño, mejorando la gestión documental y del proyecto. BIM Permite mostrar problemas antes de que se produzcan durante la ejecución de la obra, con el consiguiente ahorro de costes. BIM parte de un modelo virtual único que va a simular el edificio construido con todos sus componentes e información (estructura, instalaciones, materiales, costes, fases de la construcción, gestión, etc.). BIM es también una plataforma de comunicaciones e intercambio de información. Este proyecto es académico siendo realizado en la EPS de la Universidad de Sevilla bajo la dirección de los profesores Francisco Villena Manzanares y Carlos Vázquez Tatay. El trabajo comenzó elaborando en cad la planimetría de los distintos edificios que conforman la central, especificando para cada uno la gestión de niveles. Los programas utilizados para el presente modelado fueron: Autodesk AutoCAD 2018, Edificius v.BIM ONE de Acca Software, SkechUp 2017, CATIA V5R21 (para el diseño de los 6 generadores de vapor, 2 presionadores, las 2 vasijas y las 6 bombas principales de refrigeración del reactor).

2. DESARROLLO Y MODELADO BIM

La planta modelo en la que se basa el proyecto posee dos reactores del tipo PWR (reactor de agua a presión), por ello aparecen dos grupos de generación de potencia totalmente simétricos. Todos los edificios en esta planta industrial se diseñan para resistir cargas sísmicas de hasta 7.5 grados en la escala Richter. Así pues, la mayoría de los edificios, exceptuando el edificio de turbinas, se han modelado con muros de fachada de 1 metro de hormigón armado y pretensado; además, existe un recubrimiento interior para dichos muros con una capa de 10 mm de acero al carbono, también conocido como liner. El blindaje frente a la radiación en este tipo de plantas industriales se hace fundamental, por ello además del empleo de elementos tan eficaces como el hormigón y el acero destaca el uso del agua. Cabe reseñar el mantenimiento de todos los edificios en depresión con el fin de confinar y así evitar la salida de partículas radiactivas hacia el exterior.

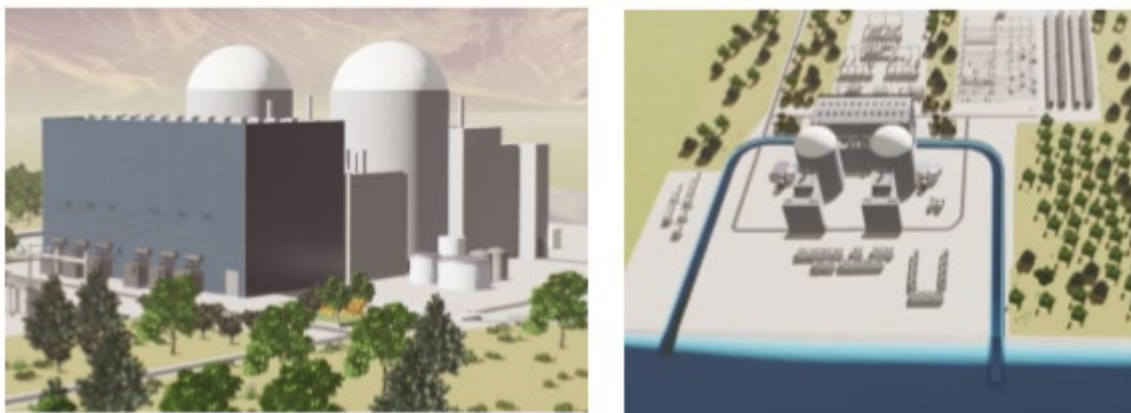


Fig. 1 Imágenes de la central modelada.

Se modelan dos edificios de contención, uno para cada unidad de generación, donde se localiza la vasija o reactor y el circuito primario. Circuito formado por 3 generadores de vapor, un presionador y las 3 bombas principales de refrigeración para impulsar el agua líquida del circuito de vuelta a la vasija tras su paso por los generadores de vapor.

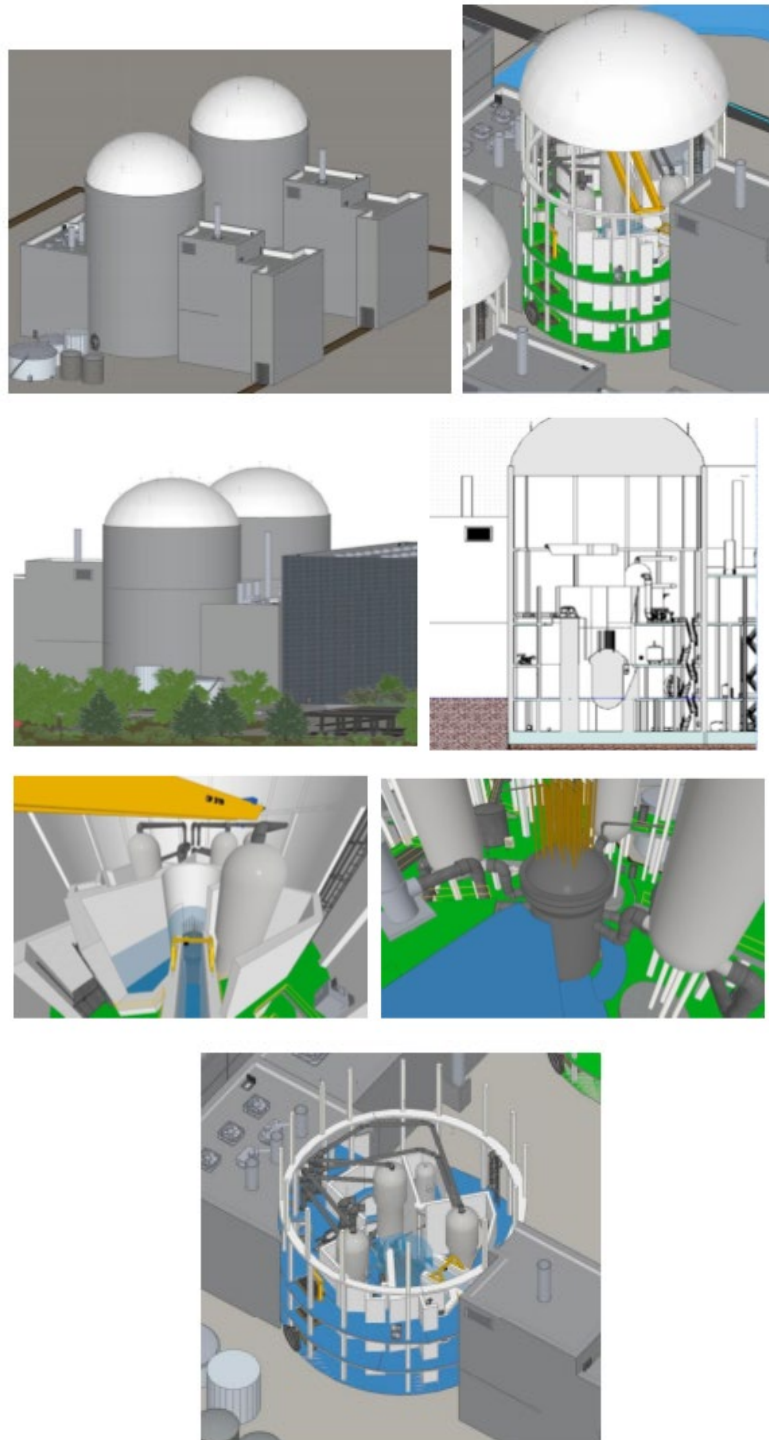


Fig. 2 Edificios de contención.

www.journalbim.org



Existen dos edificios de combustible, totalmente simétricos, donde se encuentra la piscina de combustible gastado y donde se guardan las barras de combustible fresco o de nuevo uso.

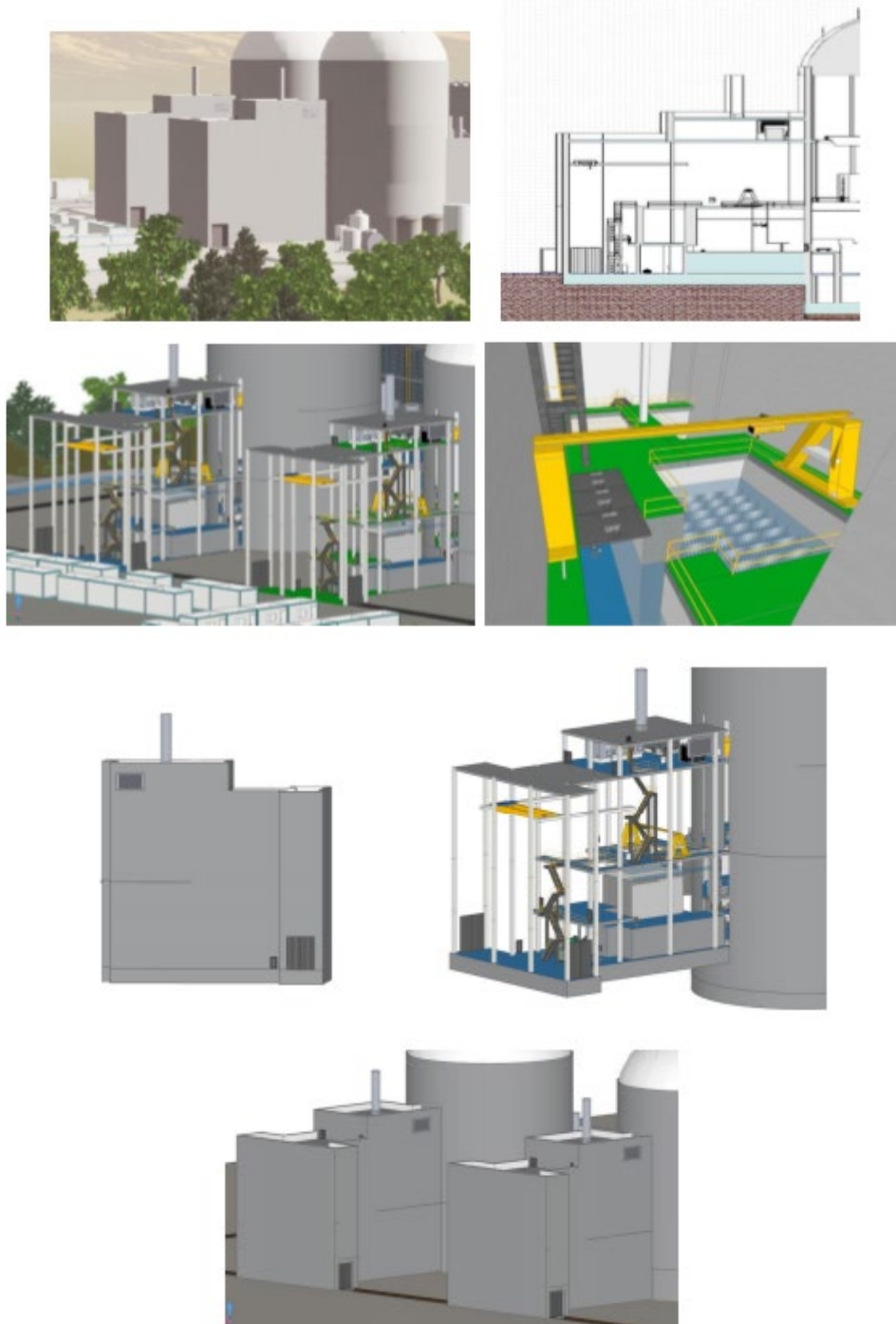


Fig. 3 Edificios de combustibles.

Se modelan también dos edificios de salvaguardias, uno por cada unidad y un edificio auxiliar, este último común para ambas unidades de generación. Estos edificios contienen sistemas de emergencia y seguridad (turbobombas y motobombas del circuito primario), así como auxiliares para las operaciones de arranque y recarga, cambiadores de calor de componentes o los sistemas de tratamiento químico del agua de refrigeración entre otros.

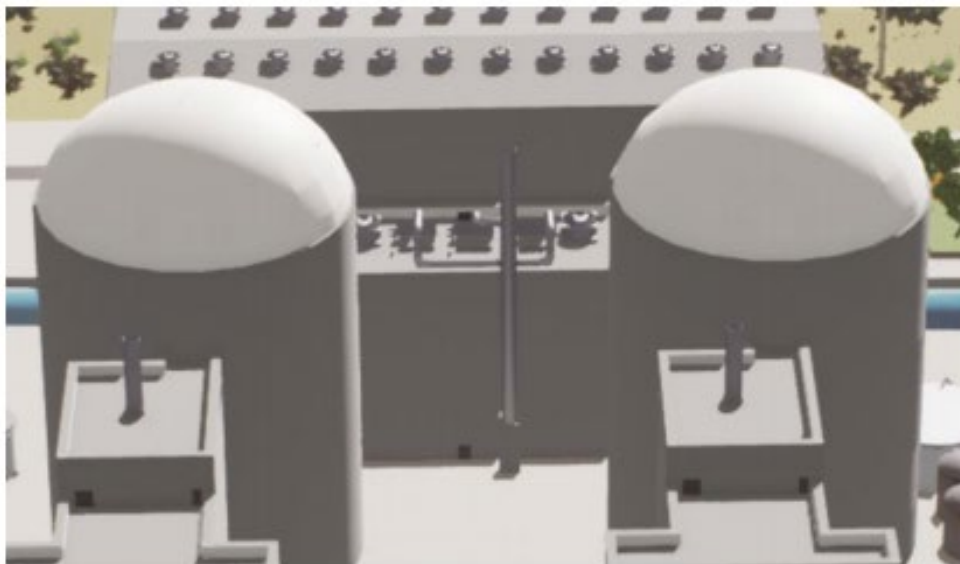


Fig. 4 Edificios salvaguardias y vista aérea.

En el edificio de turbinas se produce el encuentro entre el circuito primario y el de refrigeración. Se modela mediante una estructura de acero, fachada en cristalera y cubierta de chapa. En este recinto se sitúan los dos grupos turbina-alternador, uno para cada unidad, con 4 recalentadores de vapor por cada uno. Además, 2 condensadores y dos turbobombas del circuito secundario por cada unidad. Estos últimos equipos permiten la recirculación del agua ya condensada desde el condensador de vuelta a los generadores de vapor en el edificio de contención.

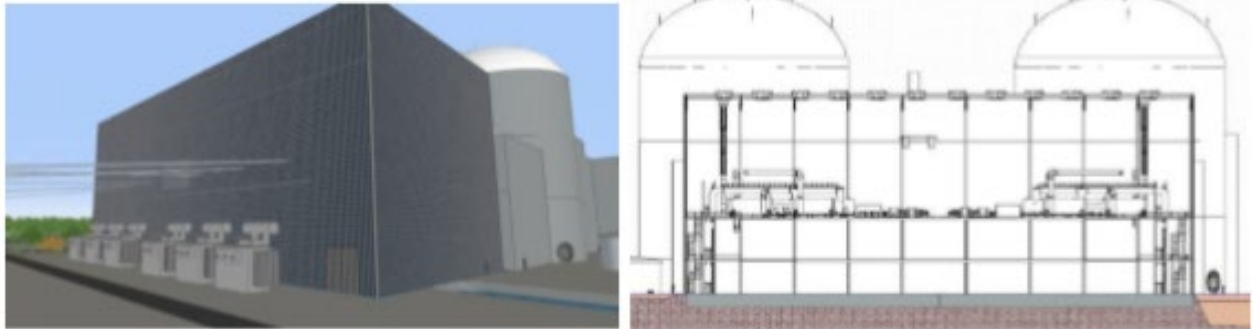


Fig. 5 Edificio de turbinas.

www.journalbim.org



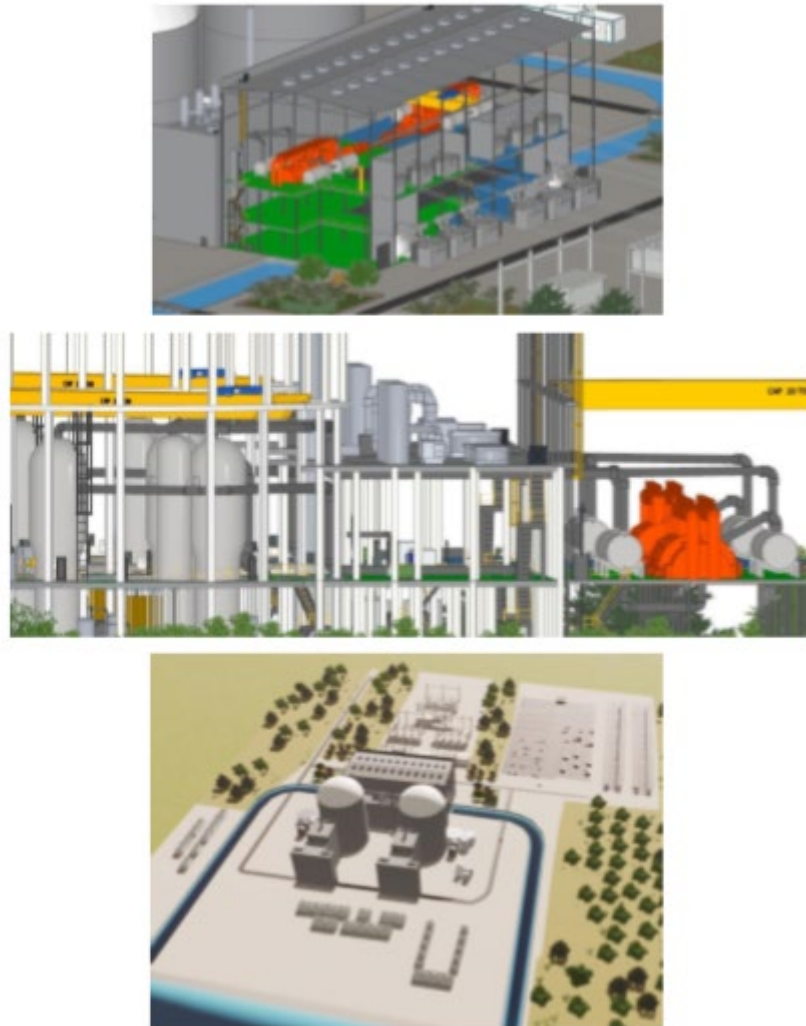


Fig. 6 Edificio de turbinas y circuito de refrigeración.

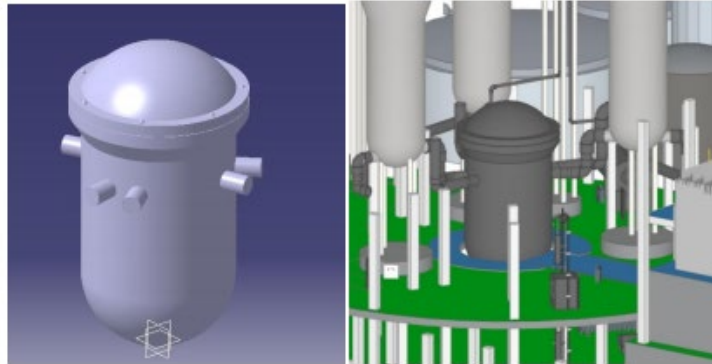
Se diseñaron una serie de elementos a través del software Catia principales para el modelado detallado de la planta nuclear. Se trata de la vasija del reactor, los generadores de vapor, el presionador y las bombas principales de refrigeración del propio reactor.

- **VASIJA DEL REACTOR** Se trata de un recipiente de 12 metros de altura, 5 metros de diámetro y 421,53 toneladas de peso incluyendo los elementos internos fabricados con una aleación de acero al Carbono, Níquel, Molibdeno, Cromo y Manganeso. Estos componentes ofrecen una gran resistencia y mantienen su integridad a la radiación. La vasija está recubierta interiormente de acero inoxidable de espesor 24,5 cm. Además, en su interior, figuran dos tapas que encierran al material combustible, el interno inferior y el interno superior. La tapa de la vasija se une al cuerpo de la misma mediante 58 pernos. Aparecen también 6 conductos, 3 de entrada y otros 3 de salida, de 30 pulgadas cada uno.

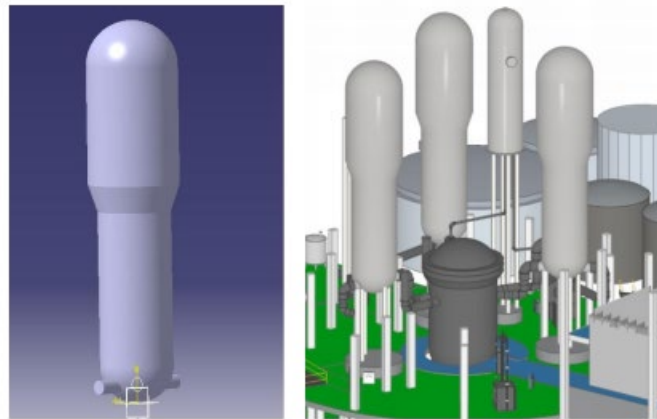
www.journalbim.org



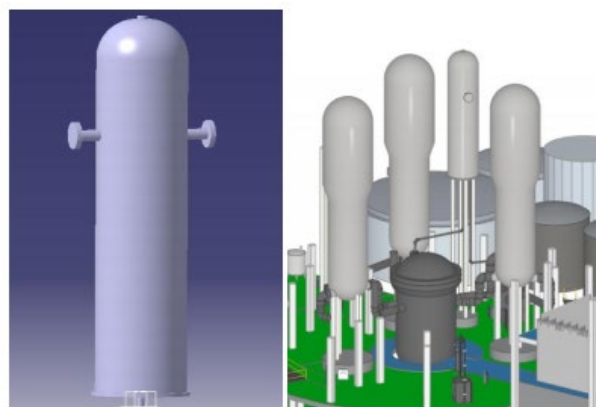
Éstos son las salidas y entradas del circuito primario de la central. La temperatura de entrada del agua a la vasija, proveniente de las bombas de refrigeración, es de 290°C. El agua de salida de la vasija hacia los generadores de vapor se encuentra a 325°C. Existe una única vasija por cada grupo de generación.



- **GENERADOR DE VAPOR:** En esta central nuclear se han diseñado 6 generadores de vapor y se destinan 3 para cada unidad de generación de potencia. Se trata de un intercambiador de calor entre el circuito primario, donde se genera, y el circuito secundario, donde se produce vapor de agua a presión que acciona la turbina y el generador eléctrica o alternador. Los 3 generador de vapor de cada Unidad producen un total de 1787 kg/s de vapor a 285°C y 68 bar. Cada generador de vapor tiene unas dimensiones de 21 metros de largo y unos 5 metros de ancho en su parte más dilatada. Su peso neto es de 340 toneladas y de 440 toneladas a plena carga; y lleva en su parte interior aproximadamente 5130 tubos de Incoloy 800 de 22 mm de diámetro exterior y 1,23 mm de espesor, en forma de U invertida, con una superficie de transferencia de calor de unos 5400 m². El haz de tubos se rigidiza mediante 9 placas soporte y tiene una longitud conjunta de más de 100 km. Los conductos de entrada al intercambiador, desde la vasija son de 30 pulgadas de diámetro exterior. La salida del vapor para el circuito secundario también se hace mediante tubos de 30 pulgadas, al igual que la entrada al mismo desde la turbobomba. Se diseña en acero al carbono. Periódicamente, en las paradas de recarga de combustible, se realiza una inspección de una muestra representativa de los tubos que componen el equipo, mediante la técnica de corrientes inducidas, así como la limpieza general de la plaza tubular

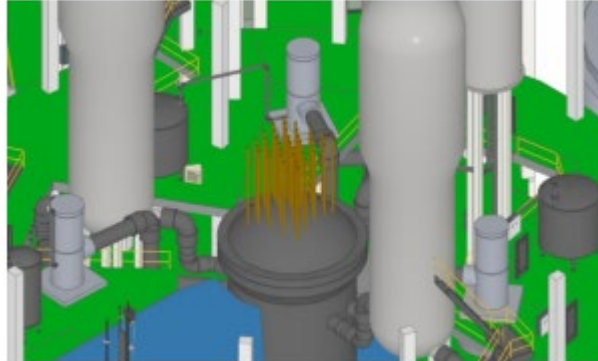
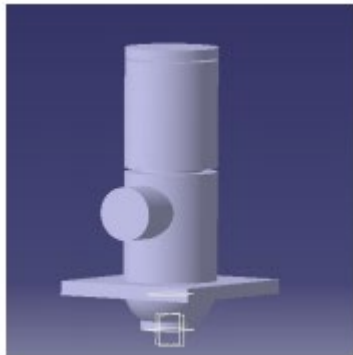


• **PRESIONADOR:** El presionador tiene como misión regular las oscilaciones de presión, manteniendo los valores requeridos para la operación del circuito primario, 158 bar, por medio de un sistema de calentadores eléctricos y de unos rociadores de agua fría. Los calentadores de la base, compuestos de resistencias, tienen como objetivo incrementar la temperatura del agua que contiene el presionador hasta hacerla hervir. A medida que el agua se va evaporando la presión en el interior del recipiente se incrementa hasta alcanzar la de funcionamiento, 150 veces la presión atmosférica. Por el contrario, cuando es necesario reducir la presión entra en funcionamiento una ducha de agua fría, los rociadores, alojados en la parte superior y que consiguen condensar progresivamente el vapor. Ese trabajo coordinado de las resistencias y de los rociadores permite mantener controlada no sólo la presión, tanto en el presionador como en el circuito primario. Este elemento, que va unido a uno de los ramales calientes del circuito primario, más concretamente el lazo 2, mide 14 metros de altura por 3 metros de diámetro. Su peso es de 140 toneladas. El conducto que lo une con el lazo 2 es de 10 pulgadas. Se diseña en acero al carbono y posee 3 válvulas de alivio de presión de seguridad en su cabecera.



• **BOMBAS PRINCIPALES DE REFRIGERACIÓN O RCP:** Tres bombas por cada grupo de generación aseguran la recirculación de agua desde cada generador a la vasija del reactor, aportando cada una un caudal de más de 5500 kg/s. Los conductos de entrada y salida de

las bombas se diseñan en 30 pulgadas de diámetro exterior. Se sitúan en el edificio de contención en la cota +6,00 m.



3. CONCLUSIONES

En primer lugar, queda demostrado que mediante la tecnología BIM, puede modelarse cualquier tipo de edificio, no sólo residencial, también industrial. Es decir, el uso de esta nueva tecnología no tiene barreras, ni límites, aunque si es deseable que el mercado consiguiera versiones específicas de software para edificios de uso industrial. Por otra parte, la integración de otros objetos importados dentro de un modelo (puentes grúas, turbinas, etc.) se incorporaron al diseño sin problemas gracias a la tecnología BIM implementada en el software de Modelado BIM con el cual era posible importar casi cualquier formato de archivo 3D existente en el mercado (IFC, DAE, 3DS, OBJ, SKP, DXF, DWG, etc). La tecnología BIM es capaz no sólo de importar elementos en IFC, sino de otras extensiones de programas de diseño y dibujo en 3D, lo cual agiliza mucho el diseño en BIM ahorrando tiempo a los técnicos proyectistas y ahorrando mucho trabajo extra de modelado. Muchos de dichos objetos pueden obtenerse en páginas web en algunos casos de forma gratuita y en otros de pago.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MANUAL DE TECNOLOGÍA NUCLEAR PARA PERIODISTAS. Foro nuclear. Para todo lo relativo al campo nuclear.

Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Gestión de la información al utilizar BIM (Building Information Modelling). Parte 1: Conceptos y principios. (ISO 19650-1:2018).

Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Gestión de la información al utilizar BIM (Building Information Modelling). Parte 2: Fase de desarrollo de los activos. (ISO 19650-2:2018).

Building construction -- Organization of information about construction works -- Part 2: Framework for classification (ISO 12006-2:2015)

Framework for building information modelling (BIM) guidance (ISO/TS 12911:2012)

Information container for linked document delivery -- Exchange specification -- Part 1: Container (ISO 21597-1:2020)

Building information modelling and other digital processes used in construction -- Methodology to describe, author and maintain properties in interconnected data dictionaries (ISO 23386:2020)

Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries -- Part 1: Data schema (ISO 16739-1:2018)

Building information models -- Information delivery manual -- Part 1: Methodology and format (ISO 29481-1:2016)

<https://todo-3d.com/la-necesidad-de-la-metodologia-bim/>

Edificius version BIM ONE, ACCA Software

<http://setup.accasoftware.com/rt/GetDownload?IdLicenza=59D012D2-6FAF-414F-9A2E-7D83FF4337E2>

<https://3dwarehouse.sketchup.com/?hl=es>

www.journalbim.org

