

METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS OFICIALES DE PARADA DE C.N.ALMARAZ PARA LA OBTENCIÓN DE LA DCEX



CELIA ESTÉVEZ FERNÁNDEZ

Jefa de Grupo del Departamento de Seguridad Nuclear y Licenciamiento EMPRESARIOS AGRUPADOS - GHESA

INTRODUCCIÓN

El período de cese de explotación de una instalación, de acuerdo con lo recogido en la IS-45 del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) [1], se define como el período que se inicia tras la Declaración Ministerial del Cese de Explotación (DCEX), que da por finalizada la actividad para la que fue concebida la instalación. Esta declaración establece en la autorización de explotación vigente de la instalación las condiciones a las que deban ajustarse las actividades a realizar en la misma durante el mencionado período de cese.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2023-2030 [2] contempla el escenario de cese de explotación ordenado y escalonado del parque nuclear español entre los años 2027 y 2035. En la **Tabla 1** se representan las fechas de Autorización de Explotación (AEX) de las centrales nucleares españolas actualmente en operación, y su fecha de inicio prevista de cese de explotación.

Asimismo, el CSN remitió el pasado año 2025 la ITC relacionada con la presentación de los Documentos Oficiales

y otra documentación soporte, asociados a la DCEX de la Unidad I de la Central Nuclear Almaraz, según lo establecido en el artículo 28 del Real Decreto 1217/2024, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes (RINR) [4], en el que se recoge que el titular de la autorización de explotación comunicará al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), al menos con un año de antelación a la fecha prevista, su intención de cesar la actividad para la que fue concebida la instalación.

El MITECO, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear, declarará el cese de dicha actividad.

Mediante esta ITC, se requiere que el titular envíe al CSN con antelación a la fecha límite de la Autorización de Explotación (o fecha de Declaración de Cese de Explotación) la siguiente documentación, tomando como referencia lo establecido en el artículo 31 del RINR [4].

Central Nuclear	Fecha de autorización actual vigente	Fecha inicio de cese de explotación
Almaraz I	7/2020	11/2027
Almaraz II	7/2020	10/2028
Ascó I	9/2021	10/2030
Cofrentes	3/2021	11/2030
Ascó II	9/2021	9/2032
Vandellós II	7/2020	2/2035
Trillo	11/2024	5/2035

Tabla 1. Fechas de autorización y cese de explotación previsto de las centrales nucleares españolas [3].

Dos años antes de la fecha de cese prevista:

- Listado de normativa y bases de licencia aplicables a la fase de cese de explotación.

- Propuesta de modificación de los Documentos Oficiales de Explotación (DOE), adaptados a la situación de cese, que pasarán a denominarse Documentos Oficiales en Parada (DOP), junto con la documentación soporte justificativa de los cambios propuestos:

- Estudio de Seguridad en Parada (ESP)
- Especificaciones Técnicas de Parada (ETP)
- Plan de Emergencia Interior en Parada (PEIP)
- Manual de Protección Radiológica en Parada (MPRP)
- Manual de Garantía de Calidad en Parada (MGCP)
- Plan de Gestión de Residuos Radiactivos y Combustible Gastado en Parada (PGRRCGP)
- Reglamento de Funcionamiento en Parada (RFP)

Un año antes de la fecha de cese prevista: se enviarán al CSN para apreciación favorable, una propuesta de los siguientes Documentos Complementarios a los DOP (DC-DOP), actualizados a la situación de cese:

- BASES de las ETP
- Manual de Requisitos de Parada (MRP)
- Manual de Cálculo de Dosis al Exterior en Parada (MCDEP)
- APS de otras fuentes
- Manual de Inspección en Servicio de Parada (MISIP)

De acuerdo con las fechas recogidas en la **Tabla 1**, y los plazos previstos en la ITC emitida por el CSN para el envío de la documentación requerida, se han elaborado, dentro de las actividades del Plan de Transición al Desmantelamiento de la Central Nuclear de Almaraz, los diferentes Documentos Oficiales de Parada y Documentos Complementarios, así como todos los estudios de ingeniería que sirven como dato de partida para la elaboración de los DOP

y DCDOP, con el objetivo de obtener la Declaración Ministerial del Cese de Explotación de la Unidad I de la Central Nuclear de Almaraz.

Este artículo se centra en la metodología de elaboración de los Documentos Oficiales de Parada: ESP y ETP, y en la metodología de elaboración de los Documentos Complementarios: BASES de las ETP y MRP.

SITUACIÓN DE LA PLANTA EN CESE

La situación de cese de explotación se corresponde con aquella fase de la central en la que todo el combustible nuclear se encuentra almacenado en la Piscina de Combustible Gastado y/o en el Almacén Temporal Individualizado (ATI), de manera que ya no existe combustible en el reactor y, por tanto, dejan de ser necesarios todos los sistemas de control, protección, salvaguardias y sistemas auxiliares relacionados con el mismo y con la contención, así como los sistemas relacionados con el circuito agua-vapor y con la turbina y sus sistemas auxiliares.

Por tanto, en situación de cese de explotación los riesgos de liberaciones radiológicas fuera del emplazamiento son significativamente menores con respecto a la situación de la central en operación comercial, reduciéndose los accidentes postulables de acuerdo con las actividades llevadas a cabo en la instalación.

Las funciones de seguridad en situación de cese de explotación están vinculadas a preservar el almacenamiento de combustible gastado en la piscina y los Almacenes Temporales Individualizados. Estas funciones son:

- Subcriticidad del combustible nuclear gastado.
- Refrigeración del combustible gastado.
- Confinamiento y blindaje del material radiactivo.
- Integridad del combustible (cargas pesadas).

Asimismo, realizarán funciones de seguridad los sistemas soporte encargados del suministro eléctrico e instrumentación y control necesarios para las funciones indicadas anteriormente.

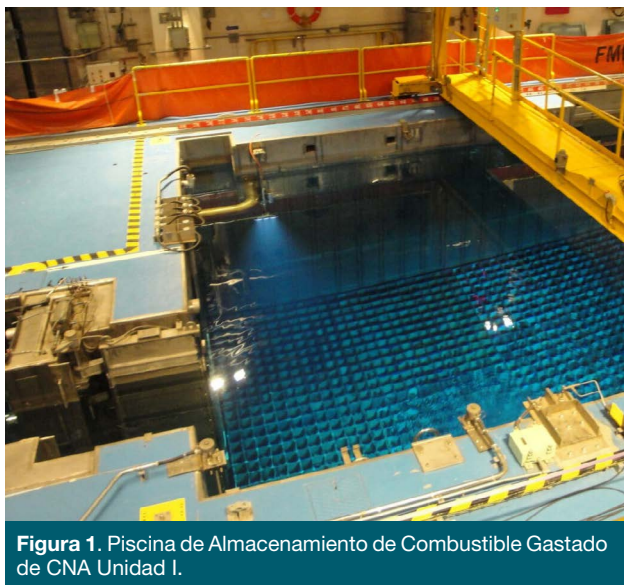


Figura 1. Piscina de Almacenamiento de Combustible Gastado de CNA Unidad I.

Adicionalmente, teniendo en cuenta los plazos recogidos en la **Tabla 1** para las Unidades I y II de la Central Nuclear de Almaraz, se definen las fases operativas de transición (FTA) de la central en situación de cese de la siguiente manera:

- **Período FTA-2.** Período en el que la Unidad I está en cese, sujeta a los límites y condiciones de la Orden Ministerial de Declaración de Cese Definitivo de Explotación, y la Unidad II se encuentra sujeta a los límites y condiciones de la actual AEX.
- **Período FTA-3.** Período en el que ambas Unidades se encuentran en cese de explotación, estando sujetas a los límites y condiciones de la Orden Ministerial de Declaración de Cese Definitivo de Explotación de cada Unidad.

METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DE PARADA PARA LA OBTENCIÓN DE LA DCEX

El CSN ha remitido al titular de la Central Nuclear de Almaraz los criterios para la elaboración de los Documentos Oficiales de Parada y sus Documentos Complementarios.

Estos criterios, así como la metodología que ha servido como base para la elaboración de los DOP y DCDOP, se recogen en el documento GTDCEX/GT1/01 "Metodología de desarrollo de la documentación soporte para la solicitud de obtención de la declaración de cese de explotación" [5]. Este documento ha sido desarrollado por el Grupo de Trabajo N°1 del Grupo Ad-Hoc (CSN, ENRESA, SECTOR) para la definición de la Estrategia y Plan de los Procesos de Licenciamiento previos a la Transferencia de Titularidad. Destacar que las directrices del documento son aplicables de forma genérica para todas las centrales nucleares que permanecen en operación en España.

De acuerdo con lo recogido en dicho documento GTDCEX/GT1/01 [5], la base de partida para la elaboración de los DOP y DCDOP han sido sus respectivos DOE y Documentos Complementarios, así como los condicionados de autorización existentes, de manera que los Documentos de Parada se han generado de forma evolutiva, atendiendo a las condi-



Figura 2. Almacén Temporal Individualizado CNA (ATI-20).

ciones aplicables a la situación de cese de explotación. Previamente a su elaboración, se han desarrollado los siguientes pasos:

1. Identificación de la normativa aplicable a la fase de cese de explotación.
2. Realización de un análisis de seguridad en base a las nuevas condiciones de parada, compuesto por un análisis determinista de acuerdo con las condiciones de la central en cese de explotación.

Para ello, se han analizado y adecuado a la situación de cese los sucesos aplicables a las condiciones vigentes de explotación como parte del conjunto de accidentes postulados en el marco del cumplimiento de la IS-37 del CSN sobre análisis de accidentes base de diseño en centrales nucleares [6].

Debido a que el principal foco de riesgo cambia en situación de cese, siendo ahora la piscina de almacenamiento de combustible, ciertos sucesos considerados y analizados en operación comercial son los que en situación de cese concentran mayor atención, pasando a considerarse accidentes base de diseño.

3. Identificación de cuáles de los sucesos incluidos en las Bases de Licencia siguen siendo aplicables a la fase de cese de explotación, realizándose para éstos la correspondiente actualización teniendo en cuenta la situación de cese.
4. Identificación de las actividades requeridas y adicionales que se realizan en la central considerando que se encuentra en situación de cese de explotación: almacenamiento y refrigeración del combustible en la piscina, situaciones operacionales convencionales que puedan entrañar riesgos, gestión de residuos operacionales, realización de actividades preparatorias para el desmantelamiento, etc.

Una vez realizadas las actividades anteriores, se ha procedido, como se ha comentado anteriormente, al desarrollo de los DOP/DCDOP mediante la actualización de los DOE y los Documentos Complementarios correspondientes, eliminando aquellos requisitos e información que no son aplicables en la nueva situación de cese de explotación, y teniendo en cuenta las características que definen dicha fase, los accidentes y sucesos postulables, la normativa aplicable y las

actividades preparatorias para el desmantelamiento que se ejecutarán en esta situación.

Durante el desarrollo de los DOP y DCDOP, se han realizado adicionalmente una serie de informes donde se documenta la aplicación de los criterios de alcance y metodología de elaboración definidos en el presente artículo, con objeto de justificar el alcance y contenido de los documentos elaborados.

Estudio de Seguridad en Parada

De acuerdo con el artículo 24 del Real Decreto 1400/2018, por el que se aprueba el Reglamento sobre Seguridad Nuclear en instalaciones nucleares (RSN) [7], el Estudio de seguridad de una instalación nuclear debe contener:

- Descripción del emplazamiento y su zona de influencia, incluyendo datos complementarios obtenidos durante la construcción sobre el emplazamiento y sus características.
- Descripción de la instalación tal y como ha sido construida, y de los procesos que van a tener lugar en ella. Se incluirá la descripción de la instrumentación nuclear y no nuclear, de los sistemas de control y protección, de los sistemas de seguridad, de los edificios o estructuras de contención, de los sistemas auxiliares, de los sistemas de recogida y eliminación de los residuos radiactivos, y de cualquier otro sistema o componente que sea importante para la seguridad de la instalación.
- Análisis de los accidentes previsibles derivados del mal funcionamiento de estructuras, sistemas y componentes, de errores de operación o de agentes externos a la instalación, y sus consecuencias.

El Estudio de Seguridad en Parada (ESP) contiene un análisis de la instalación desde el punto de vista de la seguridad nuclear y la protección radiológica considerando el período de cese de explotación definitivo, así como un análisis y evaluación de riesgos derivados del funcionamiento de la instalación durante dicho período.

Para su elaboración se han tenido en cuenta las funciones de seguridad de los ESC y los accidentes y sucesos postulables, con el fin de determinar cuáles son los sistemas requeridos

para el cumplimiento de las funciones de seguridad en todas las condiciones operativas de la instalación durante el período de cese de explotación definitivo.

Respecto al índice del ESP, se ha tenido en cuenta las consideraciones establecidas en el apartado 8.2 de la Guía Reguladora 1.184 [8], que son coherentes con los ESP desarrollados para las centrales nucleares españolas de Santa María de Garoña y C.N. José Cabrera, actualmente ambas en proceso de desmantelamiento.

Especificaciones Técnicas de Parada

Las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) constituyen el conjunto de requisitos mínimos que garantizan la operación segura de una central nuclear. De acuerdo con el artículo 24 del RSN [7], las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento deben contener los valores límites de las variables que afectan a la seguridad, los límites de actuación de los sistemas de protección automática, las condiciones mínimas de funcionamiento, el programa de revisiones, calibración e inspecciones periódicas de los sistemas y componentes, y el control operativo.

Atendiendo a lo anterior, las Especificaciones Técnicas de Parada (ETP) reflejan los límites y condiciones de las Estructuras, Sistemas y Componentes (ESC) de la central, de manera que se garantice que éstos cumplen con las funciones previstas en el Estudio de Seguridad en Parada, de acuerdo con las condiciones operativas existentes, así como los posibles transitorios y accidentes postulados en situación de cese de explotación definitivo, recogidos en el Capítulo 5 del ESP.

Para la elaboración de las ETP y la determinación de los sistemas recogidos en su alcance, se ha considerado de aplicación la IS-32 del CSN [9], en la que se reflejan los criterios generales con los que se deben definir y revisar las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de una central nuclear en explotación. Aunque la IS-32 [9] no contempla en su alcance la situación asociada al cese de explotación, su apartado 4.2 indica que en el alcance de las ETF se deben incluir todas las estructuras, sistemas, componentes y aspectos específicos de la central que estén relacionados con la seguridad y/o que sean significativos para el riesgo, de acuerdo con uno o varios de los cuatro criterios mencionados en dicha Instrucción, recogidos en la **Tabla 2**.

Criterio	Descripción
Criterio 1	Instrumentación para detectar e indicar en la sala de control una degradación anormal y significativa de la barrera de presión del refrigerante del reactor.
Criterio 2	Una variable de proceso, característica de diseño o restricción operativa que constituye una condición inicial en el análisis de los accidentes base de diseño de la central, o en el análisis de transitorios que suponen el fallo o desafío a la integridad de alguna de las barreras contra la liberación de productos de fisión.
Criterio 3	Una estructura, sistema o componente que forma parte del camino de éxito principal, y que funciona o actúa para mitigar un accidente base de diseño de la central, o un transitorio que suponga el fallo o desafío a la integridad de alguna de las barreras contra la liberación de productos de fisión.
Criterio 4	Una estructura, sistema o componente para la que se ha demostrado en los Análisis Probabilistas de Seguridad de la central, o como consecuencia de su experiencia operativa, que es importante para la seguridad

Tabla 2. Criterios de inclusión de ESC en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento.

Se ha de tener en cuenta que la aplicación de los criterios de la IS-32 [9] a la nueva situación de cese de explotación y el contenido final del Capítulo 5 del ESP, supone la entrada de sistemas en las ETP que previamente no estaban en el alcance de las ETFM aplicables con el reactor en funcionamiento, o sí lo estaban, pero con otras consideraciones.

Adicionalmente, para el desarrollo de las ETP se ha tomado como referencia el NUREG-1625 [10], así como las ETP correspondientes a las centrales nucleares españolas de Santa María de Garoña y C.N. José Cabrera, y las ETP de la central nuclear estadounidense de Indian Point.

Asimismo, aquellas especificaciones asociadas a ESC que en situación de cese de explotación no cumplen con los criterios de permanencia de las Especificaciones Técnicas Parada, pero que durante el período de cese de la explotación son requeridas para el cumplimiento de una Base de Licencia o para los cuales se considere que su disponibilidad siga siendo necesaria por cuestiones operacionales o ALARA, se han relocalizado al Manual de Requisitos de Parada.

Los aspectos asociados al formato de las ETP y su Bases, la numeración de las Condiciones Limitativas de Parada y el tratamiento de incertidumbres asociadas a los Requisitos de Vigilancia se han mantenido de igual forma que en las ETFM.

Manual de Requisitos de Parada

El Manual de Requisitos de Operación (MRO) recoge aquellos requisitos de ESC que no cumplen con ninguno de los criterios recogidos en la IS-32 [9], ni son requeridos para cumplir con la legislación aplicable, pero que se requieren funcionales por conveniencia operacional o que su control minimiza todo lo posible las emisiones radiológicas en caso de ocurrencia de alguno de los accidentes o sucesos postulados.

El Manual de Requisitos de Parada mantiene los requisitos recogidos en el MRO que sean aplicables a sistemas requeridos para el cumplimiento de una Base de Licencia, o para los cuales CNAT considera que su disponibilidad sigue siendo necesaria durante el período de cese de la explotación por cuestiones operacionales o ALARA. También contiene, como se ha comentado anteriormente, los requisitos asociados a los sistemas que han sido relocalizados de las ETFM.

Adicionalmente, para el desarrollo del MRP se ha tomado como referencia el MRP de la central nuclear de Santa María de Garoña y el MRP de la central nuclear de Indian Point.

Los aspectos asociados al formato del MRP y la numeración de los Requisitos de Parada se han mantenido de igual forma que en el MRO. Los nuevos Requisitos derivados de las condiciones de la central en estado de cese de explotación que no se encontraban contemplados en el MRO, se han numerado de manera consecutiva teniendo en cuenta la numeración ya existente del MRO.

CONSIDERACIONES RELACIONADAS CON LAS FASES DEL ESTADO DE CESE DE EXPLOTACIÓN DEFINITIVO

De acuerdo con lo indicado anteriormente, durante el período FTA-2, la Unidad I estará sujeta a los Documentos de

Parada, mientras que la Unidad 2 estará sujeta a los Documentos de Explotación. Una vez que las dos unidades se encuentren paradas en cese de explotación (FTA-3), cada unidad estará sujeta a sus respectivos Documentos de Parada.

Estas diferencias relativas a los períodos existentes en cese se han tenido en cuenta a la hora de elaborar los Documentos Oficiales de Parada. En aquellas Condiciones Limitativas de Parada de las ETP y Requisitos de Parada del MRP de Unidad I cuyo contenido difiere entre los períodos FTA-2 y FTA-3 por estar la Unidad II en funcionamiento, se ha indicado la aplicabilidad de los mismos teniendo en cuenta el período FTA-2. Respecto al ESP, en aquellas secciones en las que su contenido no es aplicable debido a que la Unidad II se mantiene funcionamiento, se han incluido observaciones haciendo referencia al contenido que sería aplicable durante el período FTA-2.

CONCLUSIONES

La operación segura de las centrales nucleares debe garantizarse en todas las fases de la instalación, justificándose en todas ellas el cumplimiento de los requisitos de seguridad aplicables, así como los establecidos en su autorización.

El Titular de una instalación, de acuerdo con el artículo 35 del RSN [7], previamente al cese de explotación, debe realizar una evaluación de seguridad y de riesgos de la instalación consistente con la situación de cese, incluidos los correspondientes análisis de accidentes. De estos análisis de accidentes se deben deducir los límites y condiciones de operación de las estructuras, sistemas y componentes importantes para la seguridad, y las acciones y los requisitos de vigilancia aplicables en la futura situación de cese.

Estos análisis, límites y condiciones de operación en situación de cese de explotación se recogen, entre otros documentos, en el Estudio de Seguridad en Parada, en las Especificaciones Técnicas de Parada y en el Manual de Requisitos de Parada. La elaboración de estos documentos se ha desarrollado dentro de las actividades del Plan de Transición al Desmantelamiento de la Central Nuclear de Almaraz con el objetivo de obtener la Declaración Ministerial del Cese de Explotación de la Unidad I.

ACRÓNIMOS

AEX: Autorización de Explotación.

ATI: Almacén Temporal Individualizado.

CSN: Consejo de Seguridad Nuclear.

DCEX: Declaración Ministerial del Cese de Explotación.

DOE: Documento Oficial de Explotación.

DOP: Documento Oficial de Parada.

DCDOP: Documento Complementario a los Documentos Oficiales de Parada.

ESC: Estructuras, sistemas y componentes.

EFS: Estudio Final de Seguridad.

ESP: Estudio de Seguridad en Parada.

ETFM: Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas.

ETP: Especificaciones Técnicas de Parada.

FTA: Fase de Transición.

IS: Instrucción del Consejo de Seguridad Nuclear.

ITC: Instrucción Técnica Complementaria.

MCDEP: Manual de Cálculo de Dosis en Parada.

MGCP: Manual de Garantía de Calidad en Parada.

MISIP: Manual de Inspección en Servicio.

MITECO: Ministerio para Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

MPRP: Manual de Protección Radiológica en Parada.

MRO: Manual de Requisitos de Operación.

MRP: Manual de Requisitos de Parada.

PEIP: Plan de Emergencia Interior en Parada.

PGRRCGP: Plan de Gestión de Residuos Radiactivos y Combustible Gastado en Parada.

PNIEC: Plan Nacional Integrado de Energía y Clima

RFP: Reglamento de Funcionamiento en Parada .

RG: Guía Reguladora.

RINR: Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a radiaciones ionizantes (RD 1217/2024).

RSN: Reglamento sobre seguridad nuclear en instalaciones nucleares (RD 1400/2018).

REFERENCIAS

[1] IS-45 del CSN, de 17 de noviembre de 2021, sobre los requisitos de seguridad durante las fases de diseño, construcción y explotación de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo del combustible nuclear, para prevenir su desmantelamiento y, en su caso, su desmantelamiento y cierre.

[2] Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC 2023-2030).

[3] «<https://www.foronuclear.org/recursos/infografias/fecha-de-autorizacion-y-cese-de-explotacion-de-las-centrales-nucleares-espanolas/>» Fecha de autorización y cese de explotación de las centrales nucleares españolas. página web (accedido 5 de septiembre de 2025).

[4] Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes.

[5] GTDCEX/GT1/01, Metodología de desarrollo de la documentación soporte para la solicitud de obtención de la declaración de cese de explotación.

[6] IS-37 del CSN, de 21 de enero de 2015, sobre análisis de accidentes base de diseño en centrales nucleares.

[7] Real Decreto 1400/2018, de 23 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre seguridad nuclear en instalaciones nucleares.

[8] RG 1.184, Rev. 1: Decommissioning Nuclear Power Reactors, U. S. Nuclear Regulatory Commission.

[9] IS-32 del CSN, de 16 de noviembre de 2011, sobre Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de centrales nucleares.

[10] NUREG-1625 ("draft"), Proposed Standard Technical Specifications for Permanently Defueled Westinghouse Plants, U. S. Nuclear Regulatory Commission.

[11] «https://www.csn.es/ca/noticias-csn/2025/-/asset_publisher/9iAov9mrc931/content/el-csn-informa-favorablemente-la-itc-sobre-la-presentacion-de-los-documentos-oficiales-de-parada-de-la-unidad-i-de-almaraz», El CSN informa favorablemente la ITC sobre la presentación de los documentos oficiales de parada de la unidad I de Almaraz, 2025. página web (accedido 11 de septiembre de 2025). ■