



jmad

CA08

Sesión ordinaria del Consejo Rector de la Gerencia Municipal de Urbanismo, Obras e Infraestructuras celebrada el día 10 de octubre de 2023.

Texto de uno de sus acuerdos:

**Punto nº 29.-** El Consejo Rector de la Gerencia Municipal de Urbanismo, Obras e Infraestructuras conoció propuesta de la Delegada de Urbanismo, de fecha 26 de septiembre de 2023, que dice:

“**Expediente:** PAI2023-1100

**Asunto:** INFORME PROPUESTA APROBACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES PARA LA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE FIRMES Y PAVIMENTOS SOSTENIBLES EN LA CIUDAD DE MÁLAGA

En cumplimiento de lo dispuesto en los artículos 172, 173 y 175 del Real Decreto núm. 2568/1986 de 28 de noviembre aprobatorio del Reglamento de Organización, Funcionamiento y Régimen Jurídico de las Corporaciones Locales y con respecto al expediente de referencia, se emite el siguiente informe jurídico municipal consistente en la siguiente Propuesta de Aprobación de “ LAS RECOMENDACIONES PARA LA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE FIRMES Y PAVIMENTOS SOSTENIBLES EN LA CIUDAD DE MÁLAGA.”

**Resulta** que con fecha 20 de septiembre de 2023, por el Departamento de Arquitectura e Infraestructuras se emitió informe del siguiente tenor literal:

### 1. ANTECEDENTES

La sostenibilidad en la construcción requiere una continua búsqueda de los mejores y más eficientes métodos de construcción que permitan alcanzar los siguientes objetivos de desarrollo sostenible:

1. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar el balance energético en la ejecución de las obras.
2. Minimizar el consumo de recursos naturales fomentando el uso de productos elaborados con materiales reutilizados o reciclados.
3. Incrementar la durabilidad y el ciclo de vida de las infraestructuras.

Es por ello que la Gerencia Municipal de Urbanismo de Málaga ha iniciado una estrategia para incorporar materiales, técnicas y/o procedimientos que aumenten la sostenibilidad de los proyectos y ejecución de las obras. En una primera fase de esta estrategia, se llevó a cabo la redacción de las siguientes recomendaciones técnicas:

Código Seguro De Verificación	2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==	Estado	Fecha y hora
Firmado Por	Juan Ramón Orense Tejada	Firmado	11/10/2023 14:43:56
	Victoria Eugenia del Río Florido	Firmado	11/10/2023 14:34:13
Observaciones		Página	1/9
Url De Verificación	<a href="https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==">https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==</a>		





- Recomendaciones para la utilización de materiales procedentes de residuos de construcción y demolición (RCD) en firmes de viales en Málaga.
- Recomendaciones para la utilización de mezclas bituminosas tratadas con polvo de caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU) en firmes de viales en Málaga.
- Recomendaciones para la utilización de conglomerantes hidráulicos (HRB) para carreteras en firmes de viales en Málaga.
- Recomendaciones para la utilización de pavimentos de asfaltos percolados en firmes de viales en Málaga.

Posteriormente, se llevó a cabo la ejecución de obras con tramos experimentales que incorporaban materiales y procedimientos indicados en las recomendaciones anteriormente citadas, así como otros materiales y procedimientos adicionales no contemplados en dichas recomendaciones pero que también contribuyen a la sostenibilidad. Tras el seguimiento de estas obras se redactó el Informe de Inspección sobre los tramos experimentales ejecutados en la ciudad de Málaga.

Finalmente, teniendo en cuenta las recomendaciones previas, así como el informe de inspección sobre los tramos experimentales, se redactan estas **Recomendaciones para la redacción de proyectos de construcción de firmes y pavimentos sostenibles en la ciudad de Málaga**, con el fin de crear un marco de referencia que permita a los proyectistas dimensionar las infraestructuras viarias de Málaga de forma sostenible, incorporando diferentes tipos de residuos, como pueden ser los áridos procedentes de los residuos de construcción y demolición y los neumáticos fuera de su vida útil, así como reduciendo el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Estas Recomendaciones establecen, en primer lugar, una serie de prácticas sostenibles a tener en cuenta a la hora de proyectar y ejecutar las secciones de firmes y pavimentos en la ciudad de Málaga, con el fin de maximizar la sostenibilidad de estas obras.

Asimismo, se incluye una metodología para la evaluación de la sostenibilidad de los firmes mediante el análisis de un conjunto de indicadores organizados en dos categorías: Durabilidad y Medioambiente. Esta metodología permite que los proyectistas pueden realizar una comparación homogénea entre diferentes secciones de firme y elegir la sección más adecuada desde el punto de vista de la sostenibilidad.

Finalmente, estas Recomendaciones proponen diferentes secciones de firme y pavimentos sostenibles, así como de formaciones de explanada para la ciudad de Málaga. Las secciones aquí propuestas tienen su origen en las que se proyectan actualmente en los Servicios del Ayuntamiento, añadiendo secciones equivalentes que incorporan materiales y/o procedimientos que contribuyen a la sostenibilidad, tales como:

- Incorporación de áridos RCD en capas de terraplén, explanada y capas granulares de firme.
- Estabilización de suelos in-situ.

Código Seguro De Verificación	2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==	Estado	Fecha y hora
Firmado Por	Juan Ramón Orense Tejada Victoria Eugenia del Río Florido	Firmado	11/10/2023 14:43:56
Observaciones		Firmado	11/10/2023 14:34:13
Url De Verificación	Página		2/9
	<a href="https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==">https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==</a>		





- Incorporación de áridos RCD y fibras poliméricas en capas de hormigón.
- Incorporación de polvo de caucho en las mezclas bituminosas.
- Disminución de la temperatura de las mezclas bituminosas.
- Selección de mezclas tipo SMA de reducido espesor y mayor durabilidad en capas de rodadura.

Se asegura en todo momento que el comportamiento estructural del paquete de firme con materiales reciclados sea idéntico al construido con sus equivalentes convencionales.

Las secciones propuestas en estas Recomendaciones van acompañadas de un Índice de Durabilidad y un Índice Medioambiental. El Proyectista deberá elegir entre las secciones aquí propuestas, aquellas que tengan un mayor índice de durabilidad y/o medioambiental según las necesidades de proyecto. En caso de proponer una sección de firme diferente a las incluidas en estas Recomendaciones, el Proyectista deberá calcular el Índice de Durabilidad y el Índice Medioambiental correspondiente y justificar el cambio.

## 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de estas Recomendaciones son las diferentes unidades de obra que forman parte de la infraestructura viaria de la ciudad de Málaga, como son:

Firmes sostenibles en **Calzadas Urbanas**: criterios de proyecto, categorías de tráfico y explanada y las secciones de firme sostenibles propuestas para las calzadas urbanas (Capítulo 4).

**Acerados y Vías peatonales** sostenibles: criterios de proyecto, secciones tipo en Acerados y vías peatonales; sección tipo pavimento permeable en vías peatonales (Capítulo 5).

Firmes sostenibles en **Vías Ciclistas**: criterios de proyecto; explanada y secciones tipo en firmes de vías ciclistas (Capítulo 6).

Firmes sostenibles en **Caminos Rurales**: categorías de tráfico pesado, criterios de proyecto; explanada; secciones tipo en firmes de caminos rurales, aspectos constructivos. (Capítulo 7).

**Obras de drenaje y Zanjas Urbanas**: criterios de proyecto; secciones tipo de zanjas urbanas (Capítulo 8).

## 3. SOSTENIBILIDAD DE LA VÍAS URBANAS

El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social. El desarrollo sostenible, por tanto, se apoya en tres pilares fundamentales: sostenibilidad ambiental, sostenibilidad económica y sostenibilidad social.

Código Seguro De Verificación	2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==	Estado	Fecha y hora
Firmado Por	Juan Ramón Orense Tejada	Firmado	11/10/2023 14:43:56
	Victoria Eugenia del Río Florido	Firmado	11/10/2023 14:34:13
Observaciones		Página	3/9
Url De Verificación	<a href="https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==">https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==</a>		





El sector de la construcción, y en especial el sector de las carreteras, es uno de los sectores con mayor potencial para contribuir al desarrollo sostenible. Una construcción sostenible es aquella que se caracteriza por:

- Ser respetuosa con el entorno y estar adaptada a sus condiciones.
- Ahorrar recursos naturales mediante la utilización de materiales de bajo impacto ambiental y social a lo largo de su ciclo de vida.
- Ahorrar consumo energético gracias al uso de técnicas y materiales respetuosos con el medioambiente, así como el uso de energías renovables y la eficiencia energética.
- Garantizar el bienestar de sus usuarios.

Se establecen una serie de recomendaciones para aumentar la sostenibilidad de los proyectos y ejecuciones de firmes y pavimentos en la ciudad de Málaga. Las prácticas sostenibles que aquí se establecen buscan alcanzar los siguientes objetivos de desarrollo sostenible:

1. **Reducir las emisiones de CO2 y el consumo energético**, reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorando el balance energético en la ejecución de firmes y pavimentos.
2. **Aplicar principios de economía circular en el diseño de firmes**, minimizando el consumo de materias primas y fomentando el uso de productos elaborados con materiales reutilizados o reciclados (p. ej., material de fresado, áridos reciclados, polvo de neumáticos, plásticos, etc.).
3. **Aumentar la sostenibilidad económica** incrementando la durabilidad y ciclo de vida de los firmes, y por tanto reduciendo el consumo de material y costes en todo el ciclo de vida.

Con dicho fin se incluye una metodología para la evaluación de la sostenibilidad de los pavimentos mediante indicadores con el fin de que los Proyectistas puedan evaluar la sostenibilidad de las diferentes secciones de firme consideradas para una misma categoría de tráfico y explanada. Asimismo, se incluye un ejemplo de aplicación de la metodología propuesta.

#### 4. PRÁCTICAS SOSTENIBLES RECOMENDADAS

Con carácter general, se recomiendan las siguientes prácticas sostenibles a la hora de proyectar y ejecutar las secciones de firme, con el fin de maximizar la sostenibilidad de los proyectos de carreteras:

- Priorizar el uso de materiales disponibles localmente y el reciclaje in situ, siempre que sea viable, con el fin de reducir el impacto asociado al transporte de materiales.
- Priorizar el uso de firmes con gastos de conservación y mantenimiento mínimos, con el fin de favorecer la sostenibilidad económica de los viales. En este sentido, se recomienda el uso de firmes de hormigón, en sus diversas tipologías, para aumentar la sostenibilidad. Para capas de rodadura, se recomienda el uso de mezclas tipo SMA con alto contenido en caucho debido a su alta durabilidad.

<b>Código Seguro De Verificación</b>	2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==	<b>Estado</b>	<b>Fecha y hora</b>
<b>Firmado Por</b>	Juan Ramón Orense Tejada	Firmado	11/10/2023 14:43:56
	Victoria Eugenia del Río Florido	Firmado	11/10/2023 14:34:13
<b>Observaciones</b>		<b>Página</b>	4/9
<b>Url De Verificación</b>	<a href="https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==">https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==</a>		





- En el paquete de firme, se recomienda emplear materiales granulares tratados con cemento o HRB, que actúan como conglomerantes del conjunto, para obtener las prestaciones mecánicas requeridas y una mayor resistencia frente al agua y, en consecuencia, mayor durabilidad.
- Optimizar el proceso de ejecución de las obras desde el punto de vista económico y la elección de maquinaria y medios auxiliares que minimicen el consumo de energía no renovable y el consumo de combustible.

A continuación, se establecen una serie de prácticas sostenibles específicas para el uso de áridos y mezclas asfálticas.

#### 4.1 PRÁCTICAS SOSTENIBLES: ÁRIDOS

Los áridos constituyen la mayor parte de la masa y el volumen de una estructura de pavimento. Aunque los áridos tienen una huella de carbono relativamente por unidad de masa, tienen un impacto alto en la sostenibilidad de los pavimentos porque se consumen en grandes cantidades, son un recurso natural no renovable, y cada vez es más difícil extraerlos cerca de las obras (por lo que aumentan las distancias recorridas para su transporte). Además, la adquisición y el procesamiento de los áridos afectan al medio ambiente local.

Las prácticas sostenibles recomendadas para los áridos incluyen:

- Estudiar el mejor aprovechamiento de los productos de las excavaciones en la propia traza, evitando aumentar las actividades de extracción necesarias para la obtención de préstamos..
- Reducir el uso de áridos naturales aumentando el uso de áridos procedentes de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).
- Teniendo en cuenta lo anterior, para los firmes y pavimentos de la ciudad de Málaga se priorizará el uso de zahorra artificial reciclada de hormigón y zahorra artificial reciclada mixta Tipo I de RCD frente a la zahorra artificial de cantera, así como el uso de suelocemento reciclado de RCD y el hormigón con áridos RCD frente a sus equivalentes sin áridos reciclados.

#### 4.2 PRÁCTICAS SOSTENIBLES: MEZCLAS ASFÁLTICAS

Las mezclas asfálticas han evolucionado significativamente en los últimos años con el fin de aumentar la vida útil de los pavimentos, así como la sostenibilidad. Dentro de los diferentes procedimientos actuales que mejoran la sostenibilidad de las mezclas asfálticas destacan los siguientes:

1. Reducción de las temperaturas de fabricación y puesta en obra. Al bajar las temperaturas de trabajo de las mezclas asfálticas, se consiguen las siguientes ventajas que contribuyen a la sostenibilidad:
  - Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> durante la fabricación y puesta en obra de la mezcla.
  - Reducción del consumo de combustible necesario para la fabricación de la mezcla.
  - Mejora de la seguridad y salud del personal de obra debido a la disminución de humos y olores, además de un menor riesgo de

Código Seguro De Verificación	2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==	Estado	Fecha y hora
Firmado Por	Juan Ramón Orense Tejada	Firmado	11/10/2023 14:43:56
	Victoria Eugenia del Río Florido	Firmado	11/10/2023 14:34:13
Observaciones		Página	5/9
Url De Verificación	<a href="https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==">https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==</a>		





- quemaduras.
- Reducción del envejecimiento del betún al rebajar la temperatura de la mezcla.
  - Aumento del tiempo de trabajabilidad.
2. Incorporación de diferentes tasas de asfalto recuperado (RAP, por sus siglas en inglés *Reclaimed Asphalt Pavement*), procedente del fresado y retirada de capas existentes, para la fabricación de mezclas nuevas. Con este procedimiento se consiguen las siguientes ventajas que contribuyen a la sostenibilidad.
- Reducción del consumo de materias primas.
  - Aprovechamiento de residuos existentes en la propia obra.
  - Reducción de emisiones de CO2 emitidas durante la obtención y el transporte de material nuevo.
3. Incorporación de polvo de caucho procedente de neumáticos al final de su vida útil (NFVU). El aporte de este procedimiento a la mejora de la sostenibilidad radica en las siguientes ventajas:
- Reciclado de los neumáticos al final de su vida útil para crear un nuevo producto.
  - Aumento de la durabilidad de las mezclas.

Teniendo en cuenta estas técnicas, para los pavimentos de la ciudad de Málaga se han recogido en estas recomendaciones el empleo de una serie de mezclas asfálticas.

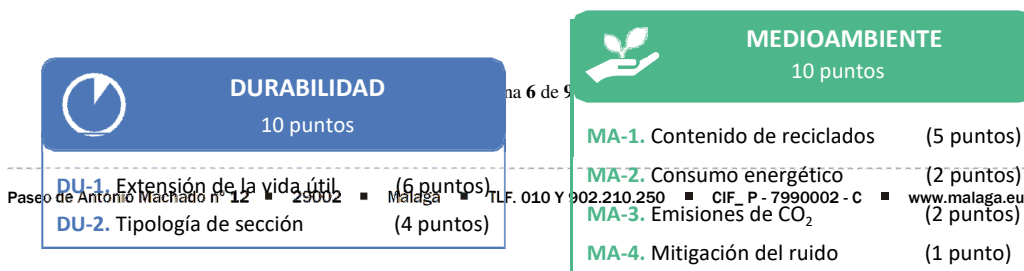
## 5. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LAS VÍAS URBANAS

La sostenibilidad se define como un parámetro relativo que se emplea siempre para comparar. Para ello se establece una metodología para la evaluación de la sostenibilidad de los pavimentos de manera que los Proyectistas puedan realizar una comparación homogénea entre las diferentes secciones de firme propuestas para una misma categoría de tráfico y explanada.

La metodología desarrollada se basa en la evaluación de seis indicadores organizados en dos categorías: Durabilidad y Medioambiente, tal y como se muestra en la Figura. El Proyectista asignará una puntuación a cada indicador según las características de la sección de firme considerada y siguiendo el sistema de calificación que se expone en el presente capítulo.

Finalmente, para cada sección de firme analizada, se obtiene un **Índice de Durabilidad** y un **Índice Medioambiental** como suma de las puntuaciones de los indicadores de cada categoría. Estos índices tendrán un valor entre 0 y 10 puntos, siendo 10 la puntuación más favorable desde el punto de vista de la sostenibilidad.

*Indicadores y categorías para la evaluación de la sostenibilidad de firmes*



Código Seguro De Verificación	Estado	Fecha y hora
2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==	Firmado	11/10/2023 14:43:56
Firmado Por	Firmado	11/10/2023 14:34:13
Juan Ramón Orense Tejada		
Victoria Eugenia del Río Florido		
Observaciones	Página	6/9
Url De Verificación	https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==	





*de carreteras*

Para todas las secciones de firme propuestas en estas Recomendaciones se ha llevado a cabo la evaluación de la sostenibilidad siguiendo la metodología propuesta y se ha obtenido el índice de durabilidad y el índice medioambiental de cada una de ellas.

### 5.1 DURABILIDAD

Los indicadores de esta categoría pretenden fomentar el diseño de pavimentos que tenga una larga vida útil. Dentro de esta categoría, se evalúan los siguientes indicadores:

DU-1: Extensión de la vida útil.

DU-2: Tipología de sección.

A continuación, se describe el sistema de puntuación de estos indicadores.

#### DU-1: Extensión de la vida útil

Este indicador evalúa la vida útil teórica de la sección de firme propuesta, asignando mayores puntuaciones a medida que la vida útil teórica de las secciones es superior a los mínimos establecidos.

#### DU-2: Tipología de pavimento

Este indicador evalúa la tipología de estructura de pavimento a utilizar. La elección de una estructura de pavimento que proporcione una vida útil más larga y requiera menos mantenimiento se considera una práctica sostenible. Por ello, para los firmes de la ciudad de Málaga, se prioriza el uso de pavimentos semirrígidos con capas de rodadura con mezcla bituminosa tipo SMA con alto contenido en caucho (mayor durabilidad, menor espesor y menor impacto en el mantenimiento).

### Índice de Durabilidad

Finalmente, el Índice de Durabilidad se obtiene como la suma de las puntuaciones obtenidas en los indicadores DU-1 y DU-2.

$$\text{Índice de Durabilidad} = PDU.1 + PDU.2 \quad [2]$$

### 5.2 MEDIOAMBIENTE

Los indicadores de esta categoría pretenden minimizar el impacto ambiental de los pavimentos fomentando el uso de materiales reciclados y minimizando el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero. Dentro de esta categoría, se evalúan los siguientes indicadores:

Código Seguro De Verificación	2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==	Estado	Fecha y hora
Firmado Por	Juan Ramón Orense Tejada	Firmado	11/10/2023 14:43:56
	Victoria Eugenia del Río Florido	Firmado	11/10/2023 14:34:13
Observaciones		Página	7/9
Url De Verificación	<a href="https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==">https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==</a>		





MA-1: Contenido de reciclados.

MA-2: Consumo energético.

MA-3: Emisiones de CO<sub>2</sub>.

MA-4: Mitigación del ruido.

### Índice Medioambiental

Finalmente, el Índice Medioambiental se obtiene como la suma de las puntuaciones obtenidas en los indicadores MA-1, MA-2, MA-3 y MA-4.

$$\text{Índice Medioambiental} = PMA.1 + PMA.2 + PMA.3 + PMA.4 \quad [6]$$

## 6. PROPUESTA.

A la vista de lo expuesto, se propone al Consejo Rector de la Gerencia Municipal de Urbanismo la aprobación de las **Recomendaciones para la redacción de proyectos de construcción de firmes y pavimentos sostenibles en la ciudad de Málaga**, redactadas por este Departamento de Arquitectura e Infraestructuras para la redacción de Proyectos y ejecución de obras de urbanización.

### CONCLUSIONES Y PROPUESTAS:

De acuerdo a lo que antecede y de conformidad con lo establecido en el art. 6.4 de los Estatutos de esta Gerencia, se propone al Consejo Rector de la Gerencia Municipal de Urbanismo, Obras e Infraestructura a fin de que, si así lo estima a la vista de lo expuesto, adopte el siguiente acuerdo:

1.- Aprobar las **Recomendaciones para la redacción de proyectos de construcción de firmes y pavimentos sostenibles en la ciudad de Málaga**, redactadas por este Departamento de Arquitectura e Infraestructuras para la redacción de Proyectos y ejecución de obras de urbanización de fecha septiembre de 2023.”

**A la vista de cuanto antecede se eleva propuesta al Consejo Rector de la GMU a fin de que adopte los siguientes acuerdos:**

1.- Aprobar las **Recomendaciones para la redacción de proyectos de construcción de firmes y pavimentos sostenibles en la ciudad de Málaga**, redactadas por este Departamento de Arquitectura e Infraestructuras para la redacción de Proyectos y ejecución de obras de urbanización de fecha septiembre de 2023.”

A continuación se produjo un debate que se omite en el presente tanto de acuerdo, el cual quedará incluido en el Acta general de esta sesión.

Código Seguro De Verificación	2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==	Estado	Fecha y hora
Firmado Por	Juan Ramón Orense Tejada	Firmado	11/10/2023 14:43:56
	Victoria Eugenia del Río Florido	Firmado	11/10/2023 14:34:13
Observaciones		Página	8/9
Url De Verificación	<a href="https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==">https://valida.malaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==</a>		







Sometida a votación la propuesta de la Delegada de Urbanismo el resultado de la misma fue el siguiente:

El Consejo Rector, por unanimidad de los Sres. miembros asistentes (7), acordó prestar su aprobación a dicha propuesta.

Doy fe:  
EL OFICIAL MAYOR E.F. DE TITULAR  
DEL ÓRGANO DE APOYO A LA JUNTA  
DE GOBIERNO LOCAL  
Juan Ramón Orense Tejada

Código Seguro De Verificación	2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==	Estado	Fecha y hora
Firmado Por	Juan Ramón Orense Tejada	Firmado	11/10/2023 14:43:56
	Victoria Eugenia del Río Florido	Firmado	11/10/2023 14:34:13
Observaciones		Página	9/9
Url De Verificación	<a href="https://valida.málaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==">https://valida.málaga.eu/verifirma/code/2TyH9rBijtFeWabocBmZfw==</a>		

