



**Firmes Sostenibles
2022.
Metodologia de trabajo**



Generalitat de Catalunya
**Departament
de Territori**



Unió Europea
**Fons Europeu
de Desenvolupament Regional**

Metodología de trabajo:

- 1.1 Contextualización Firmes Sostenibles
- 1.2 Objetivos y problemáticas a resolver
- 1.3 Metodología de trabajo



1.1 Contextualización Firmes Sostenibles



Generalitat de Catalunya
**Departament
de Territori**



Unió Europea
Fons Europeu
de Desenvolupament Regional

La Compra Pública Innovadora – CPI

El Plan de Firmas Sostenibles se enmarca en el Programa de **compra pública de innovación**, de las estrategias de investigación e innovación para la especialización inteligente en Catalunya - **RIS3CAT** -, previsto en el Acuerdo de Gobierno de 28 de junio de 2016, cuyo objetivo principal es impulsar la demanda de innovación por parte de la Administración pública de la Generalitat, mediante el diseño y la ejecución de proyectos piloto demostradores e innovadores.

Objetivo de la CPI: Innovar más rápido

Se incentiva la **Innovación desde la demanda**, no desde la oferta, tirando de la tecnología existente en el mercado e intentando favorecer y sobretodo acelerar la innovación.



Retos a nivel de firmes sostenibles

1 Reducción de emisiones

Reducción del balance energético en su ejecución. Temperatura de fabricación, transporte y puesta en obra. Reducción de emisiones y consumo energético, menor envejecimiento del betón i mejora de las condiciones de trabajo.

2 Economía circular

Reducción del consumo de materiales “naturales” aprovechando productos elaborados con materiales reutilizados o reciclados (material fresado, polvo de neumático, áridos siderúrgicos, aceites de motores, plásticos, etc.).

3 Aumento de la sostenibilidad económica

Aumento durabilidad y ciclo de vida, y en consecuencia reducción en los consumos de materiales y costos.

4 Introducción sostenibilidad energética

Aprovechamiento de nuevas tecnologías y nuevos materiales que hacen posible que **el firme pase a ser una fuente de energía** (radiación solar, tránsito, ...).

Como hemos llegado



Consulta abierta al mercado - 2016

- ❑ La *Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat* expuso el reto y publicó un cuestionario con preguntas genéricas para encontrar soluciones conceptuales.
- ❑ Un total de **23 entidades presentaron propuestas** en relación a este proceso innovador.
- ❑ Ante la gran variedad de propuestas, se decidió empezar por aquellas técnicas y procesos más contrastados por aplicaciones reales, dejando para una segunda fase la extensión a las técnicas menos testadas, pero que puedan presentar un mayor potencial de sostenibilidad.



Primeras experiencias - 2019

- El objetivo principal era el ahorro energético, reduciendo la temperatura de las mezclas.
- La inversión realizada fue de 2 M€ (IVA incluido).



Actuación en la B-224. Capellades - Piera



Uso de mezclas semicalientes

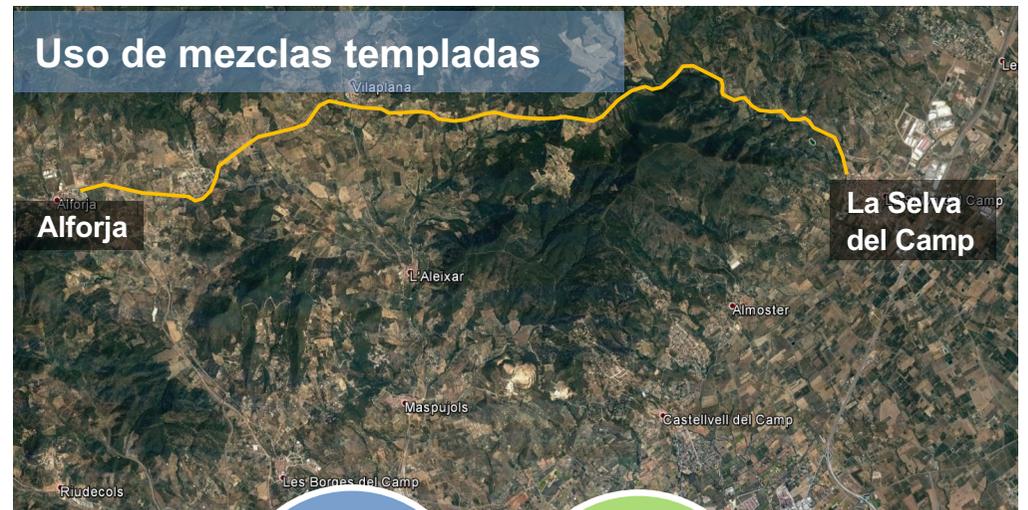
Reducción de emisiones

25%

Ahorro total

26,54
Tons. CO₂

Actuación en la TP-7013. Alforja – La Selva del Camp



Uso de mezclas templadas

Reducción de emisiones

27%

Ahorro total

17,24
Tons. CO₂

Actuaciones Firmes Sostenibles 2022

Tipo de contrato	Proyecto y obra
Num. actuaciones	12
Proceso licitación	Durante 2021
Ejecución	Durante 2022
Plazo	3 meses redacción proyecto + 3 meses obra + 3 meses seguimiento



Inversión
20 M€
(IVA incl.)

Longitud
124,4
km

Actuaciones Firmes Sostenibles 2022



Actuacions Firmes Sostenibles 2022

	Actuació	Solució innovadora	Inversió
1	N-141c, del 40+490 al 46+990 (enllaç C-17). Tona - Malla	Mezclas ultrafinas	960.375,17 €
2	BV-2411 del PK 12+000 al 26+910. Begues - Avinyonet del Penedès	Mezclas con árido siderúrgico	1.869.818,95 €
3	BV-1001 del PK 0+375 al 13+830. Calaf - Sant Guim de Freixenet	Mezclas en frío	2.387.650,76 €
4	B-430 del PK 0+000 al 4+245. Sallent - Artés	Mezclas con fibras de celulosa	713.265,75 €
5	GI-612, del PK 0+000 al 8+026. El Port de la Selva - Llançà	Mezclas en frío	795.944,09 €
6	GI-531, del PK 25+090 al 33+093. Sant Aniol de Finestres - les Planes d'Hostoles	Mezclas con vidrio	1.343.250,00 €
7	GIP-6042, del PK 1+974 al 4+054, i a la GIV-6043, del PK 0 al 3+330. Peralada - Castelló d'Empúries	Mezclas con fibras de celulosa	1.318.900,00 €
8	GI-514, del PK 0+000 al 6+898. Sant Julià de Ramis – Cornellà del Terri	Mezcla altamente modificada con caucho	1.329.750,02 €
9	L-902 del PK 0+360 al 13+060. Almacelles - límit amb província d'Osca	Mezclas con bioligantes	1.989.999,13 €
10	L-310 del PK 0+000 al 18+540. Tàrrega - Guissona	Mezcla altamente modificada con caucho	4.586.202,49 €
11	T-710 del PK 0+000 al 0+710 i del PK 9+900 al 14+300. Falset - La Vilella Baixa	Mezclas con fibras de celulosa	1.186.799,99 €
12	C-12 del PK 29+300 al 49+800. Xerta - Rasquera	Mezcla altamente modificada con caucho	1.484.999,99 €
Total			19.966.956,34 €

1.2 Objectivos y problemáticas a resolver



Generalitat de Catalunya
**Departament
de Territori**



Unió Europea
Fons Europeu
de Desenvolupament Regional

Objectivos iniciales

- ❑ **Rehabilitar el firme** y otros elementos constitutivos de la carretera
- ❑ **Implantar una técnica innovadora** de rehabilitación de firmes utilizando mezclas bituminosas innovadoras
- ❑ **Comparar** el comportamiento del firme innovador con el de un firme convencional
- ❑ **La evaluación del ciclo de vida** del firme rehabilitado para confirmar su sostenibilidad
- ❑ **Elaborar las prescripciones técnicas necesarias** para poder aplicar la experiencia innovadora en otras actuaciones similares
- ❑ **Divulgar** los resultados obtenidos



Problemática a resolver

1

Mejora estado del firme con mezclas bituminosas más sostenibles

- Realizar actuaciones de refuerzo del firme y mejora de características superficiales
- Consulta previa al mercado
- Hacer partícipes a las empresas de aglomerado en la definición de las posibles soluciones innovadoras
- Conseguir financiación europea (FEDER)

2

Mejora del procedimiento de contratación

- Metodología de trabajo colaborativa (LEAN - BIM)
- Proyecto + obra (reducción de plazos de los procesos administrativos)
- Anuncio previo con información relevante para poder hacer una oferta más completa

3

Poco conocimiento de la mezcla innovadora

- Proyecto + obra: el contratista es quien redacta el proyecto de la mano de una ingeniería
- Los condicionantes específicos de la solución innovadora están presentes en la fase de diseño
- Prever una asistencia técnica para dar soporte a la Administración durante las fases de proyecto y obra

Problemática a resolver

4

Mejora de la calidad del proyecto y evitar desviaciones de obra (proyectos modificados o desviaciones presupuestarias)

- Metodología de trabajo colaborativa (LEAN - BIM)
- Proyecto + obra: quien tiene el conocimiento de la fabricación de la mezcla innovadora es el contratista
- Trabajo previo de la Administración para definir plantillas y modelos de cómo se quieren los 12 proyectos y obras

5

Participación de todas las empresas del sector en igualdad de oportunidades

- Consulta previa al mercado
- Lotificación en 12 actuaciones repartidas geográficamente por Catalunya, con posibilidad de ser adjudicatarios de 3 lotes máximo por licitador, siempre que correspondieran a soluciones técnicas diferentes
- Anuncio previo

6

Mejor oferta en su conjunto

- Dar más peso a la oferta técnica que a la económica
- Criterios de valoración objetiva vinculables a indicadores de prestación de servicio

Contratación Firmes Sostenibles 2022

Licitación conjunta de:

- ❑ 12 contratos de **proyecto+obra**
- ❑ 12 contratos de **asistencias técnicas** de soporte a la dirección facultativa de los contratos de proyecto+obra



- https://contractaciopublica.gencat.cat/ecofin_pscp/AppJava/ca_ES/awardnotice.pscp?idDoc=94893832&reqCode=viewDcan
- https://contractaciopublica.gencat.cat/ecofin_pscp/AppJava/ca_ES/awardnotice.pscp?idDoc=94997465&reqCode=viewDcan
- https://contractaciopublica.gencat.cat/ecofin_pscp/AppJava/ca_ES/awardnotice.pscp?idDoc=98379915&reqCode=viewDcan

Pliego Prescripciones Técnicas

❑ **Información preliminar:** información del estado y la configuración actuales de la carretera (ensayos previos y datos para preparar con antelación la oferta)

❑ **Actores** imprescindibles y complementarios definidos tanto de la Administración como Contratista y Asistencia Técnica

❑ **Mecanismos de relación:**

- ❖ Comité de seguimiento
- ❖ Plataforma de información compartida

❑ **Fases**



❑ Modelado **BIM** (anexos específicos con las especificaciones y los modelos para cada una de las fases del contrato)

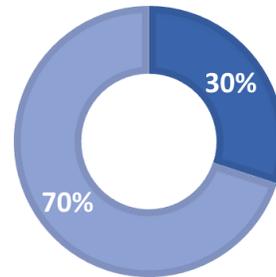
❑ Aseguramiento de la **calidad:**

- ❖ Indicadores: servicio (6) + estado (12) + gestión (7)
- ❖ Trazabilidad
- ❖ **Tramo de prueba + Tramo de contraste**

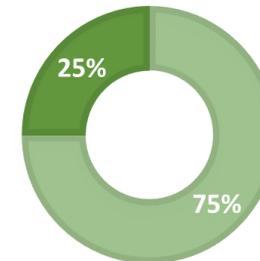
Pliego Prescripciones Administrativas

- ❑ **Tiempo** de procedimiento licitación:
 - ❖ Anuncio previo con todos los datos disponibles sobre el estado de los tramos de carreteras
 - ❖ Plazo: presentar ofertas 30 días
- ❑ Criterios de solvencia y medios:
 - ❖ **Solvencia técnica** o profesional: importe anual mínimo en los últimos 5 años en obras de similar naturaleza
 - ❖ Adscripción **medios materiales**: maquinaria específica para la ejecución de los trabajos

- ❑ Criterios de valoración:



■ Sobre B ■ Sobre C



■ Criteris tècnics ■ Criteris econòmics

Banco de pruebas en
criterios técnicos

- ❖ Prestaciones técnicas de la solución innovadora
- ❖ Estado del firme post ejecución (incremento prestaciones/calidad del firme)
- ❖ Sostenibilidad y ahorro energético
- ❖ Equipo de trabajo, maquinaria para los trabajos
- ❖ Organización de los equipos
- ❖ Metodología y seguimiento de los trabajos
- ❖ BIM

- ❖ Algunos criterios del sobre C:

- ❖ sujetos a una justificación (documentación o del propio valor en aquellos casos que pueda ser un valor disperso)
- ❖ puntúan en relación al resto

1.3 Metodología de trabajo



Generalitat de Catalunya
**Departament
de Territori**



Unió Europea
Fons Europeu
de Desenvolupament Regional

Metodología LEAN

Es una filosofía de pensamiento y metodología organizativa que busca conseguir procesos fluidos gracias a eliminar actividades sin valor añadido.



Com se ha aplicado LEAN a Firmes Sostenibles 2022:

- ❑ Actuando sobre **objetivos fijados y acordados** por todos los actores implicados
- ❑ **Trabajo colaborativo y por roles** implicando a todos los actores desde el inicio
- ❑ Organización de los trabajos en función de las **necesidades del "cliente"**
- ❑ **Eliminar actividades que no aporten valor:** proyecto mínimo, firma,
- ❑ **Estandarización:** análisis ciclo de vida, plantillas, procesos,
- ❑ **Mejora continua:** evaluaciones finales de fase (encuestas y reuniones actores)
- ❑ **Transferencia del conocimiento:** formación, comunicaciones vía teams, ...

Objetivos Proyecto Firmes Sostenibles 2022

- C. No incrementar el precio de los contratos y no tener ninguna penalización por parte de la UE
- Q. Mejorar calidad del firme mediante un refuerzo con la máxima calidad constructiva posible
- S. Reducir las emisiones de carbono (sostenibilidad) y crear un catálogo de mezclas sostenibles
- I. Innovar en la metodología y la solución (solución firme, proyecto+obra, LEAN y BIM, documento mínimo, evaluación continua, germen para una nueva normativa, reducir el tiempo de esperas-muda)
- T. Ajustarse al plazo fijado y la fecha de finalización



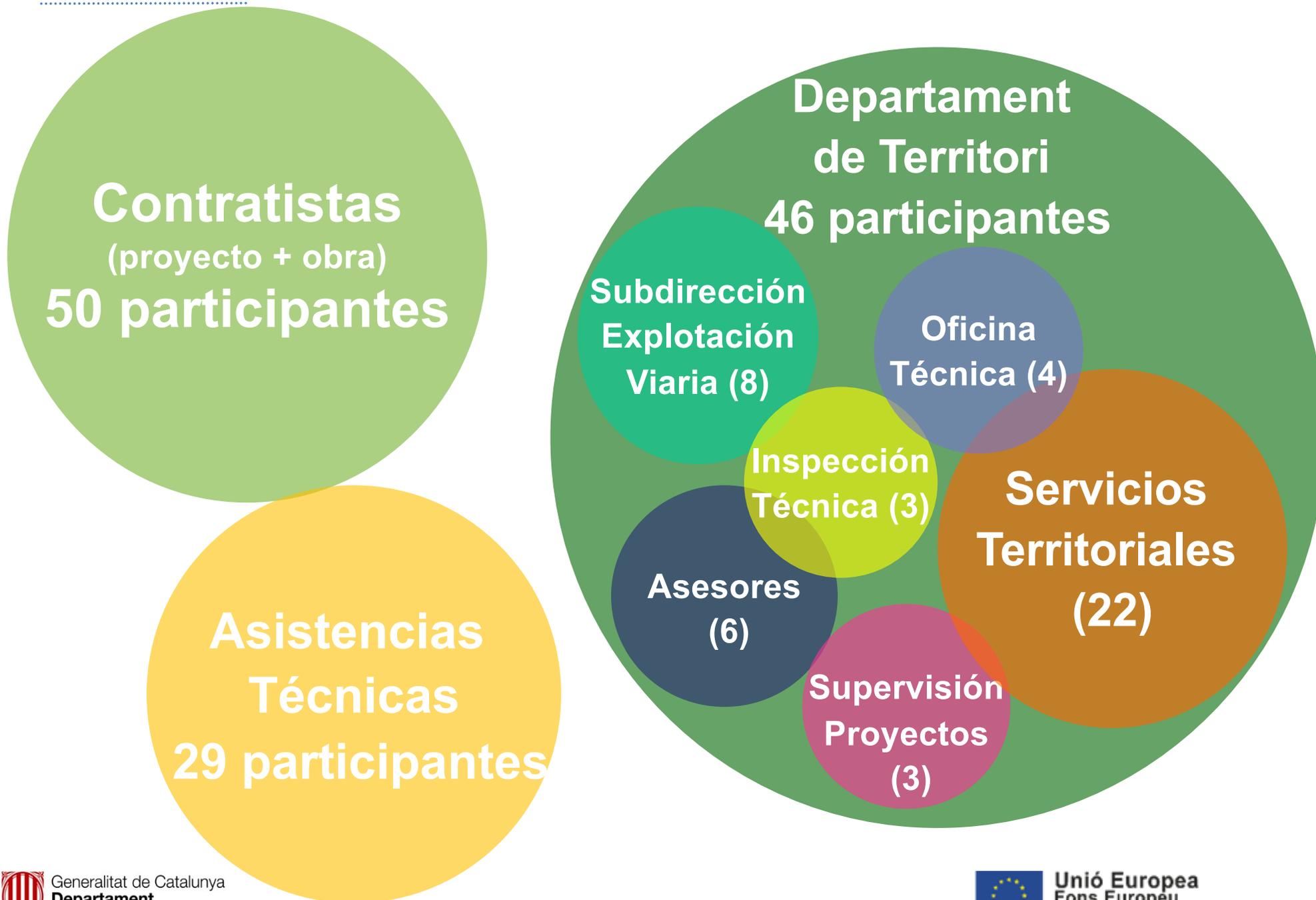
Actuacions y empreses participants

	Actuació	Empreses contractistes	Empreses de assistència tècnica
1	N-141c_ Tona - Malla	PABASA EUROASFALT,S.A.	PARMA INGENIERIA, S.L.
2	BV-2411_ Begues - Avinyonet del Penedès	UTE EIFFAGE-ELSAN	PARMA INGENIERIA, S.L.
3	BV-1001_ Calaf - Sant Guim de Freixenet	FIRTEC, S.A.	E3 SOLINTEG, SL
4	B-430_ Sallent - Artés	FIRTEC, S.A.	PARMA INGENIERIA, S.L.
5	GI-612_ El Port de la Selva - Llançà	SORIGUÉ, S.A.U	PARMA INGENIERIA, S.L.
6	GI-531_ Sant Aniol de Finestres - les Planes d'Hostoles	UTE FIRTEC, S.A. - CONSTRUCCIONES RUBAU, S.A.	E3 SOLINTEG, SL
7	GIP-6042, i GIV-6043_ Peralada - Castelló d'Empúries	RUBAU TARRÉS SAU - CONSTRUCCIONS FUSTES SA	E3 SOLINTEG, SL
8	GI-514_ Sant Julià de Ramis – Cornellà del Terri	UTE AGLOMERATS GIRONA-PABASA EUROSFALT	PARMA INGENIERIA, S.L.
9	L-902_ Almacelles - límit amb província d'Osca	SORIGUÉ, S.A.U	CONSULTORIA TÈCNICA ANTLIA SL
10	L-310_ Tàrrrega - Guissona	UTE JOSÉ ANTONIO ROMERO POLO, S.A.U. - ARNÓ INFRAESTRUCTURAS, S.L.U.	CONSULTORIA TÈCNICA ANTLIA SL
11	T-710_ Falset - La Vilella Baixa	ARNO INFRAESTRUCTURAS, SLU	ESENCAT FRACTAL, SL
12	C-12_ Xerta - Rasquera	EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS, SA	ESENCAT FRACTAL, SL

11 CONSTRUCTORES

4 INGENIERIAS

125 Participantes implicados

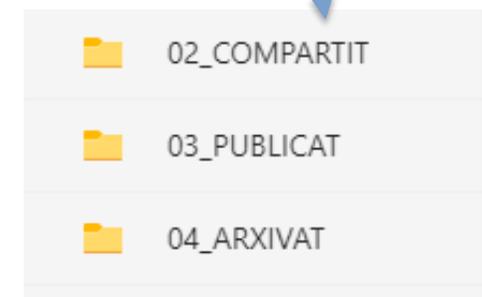
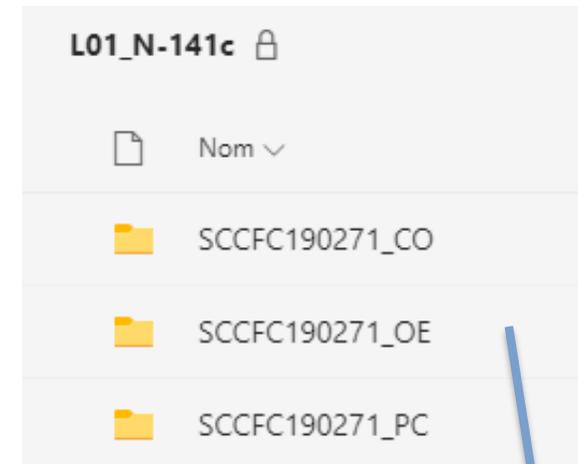
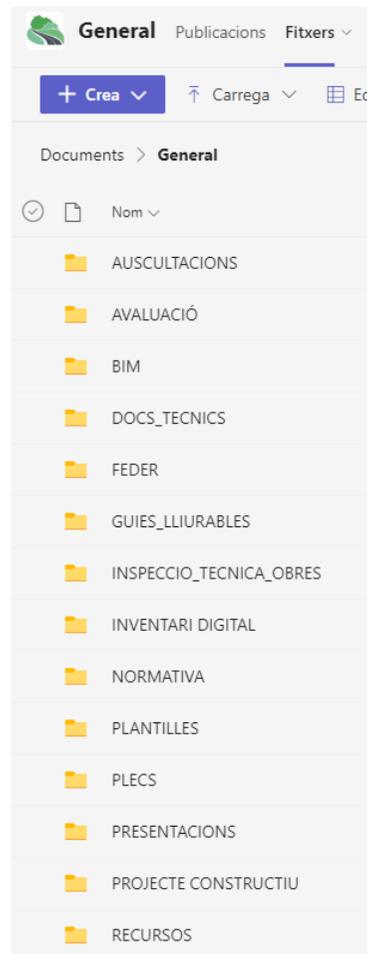
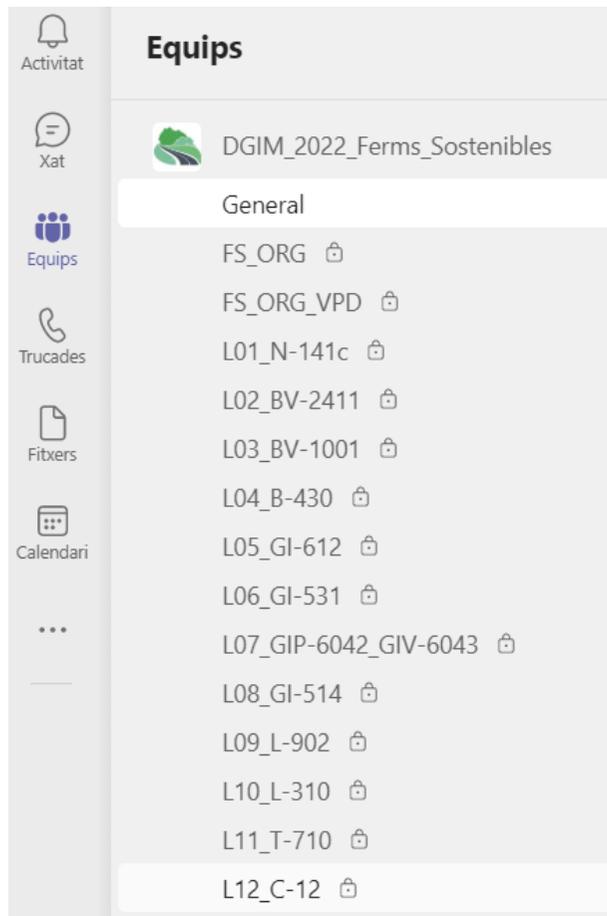


Espacio colaborativo y entorno común de datos (ECD)



Microsoft

- ❑ El pliego establecía el uso de una plataforma colaborativa, desde la Generalitat se consideró que esta tenía que ser la misma para los 12 contratos (+100 personas y 15 empresas), se optó por TEAMS
- ❑ Esta herramienta ha permitido comunicar a todos los participantes de manera unificada, dar transparencia y ordenar toda la información en un espacio común



Organización previa de los trabajos

Para cumplir con los objetivos y en concreto con los condicionantes de las ayudas europeas (**ninguna desviación de plazo ni presupuesto**), era necesario:

- ❑ Definir un **equipo de coordinación** de las 12 actuaciones para asegurar que todo quedara documentado según los requerimientos de la UE
- ❑ Identificar de manera clara el **rol de cada participante**
- ❑ Trabajos previos: los equipos de la Generalitat iniciaron las **reuniones de preparación** en noviembre de 2021, y con las empresas en diciembre de 2021
 1. Identificar los clientes externos e internos (con los “embudos”), para organizar los trabajos
 2. Definir el contenido del Proyecto constructivo mínimo
 3. Estandarizar: definir plantillas de documentos (como actas, indicadores), análisis ciclo de vida, protocolizar procesos

Identificación puntos críticos

PROYECTO	3 Meses	
Aprobación proyecto y firma adenda	1 Mes	
EJECUCIÓN	3 Meses	
Inspección y recepción de las obras	1 Semana	
EXPLOTACIÓN de la funcionalidad de la obra acabada	3 Meses	
Revisión final documentación difusión y OE	1 Semana	
Evaluación final del proceso y difusión de resultados	1 Mes	

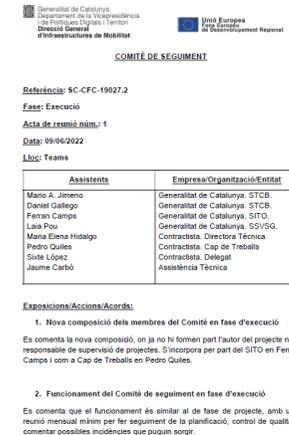
Recepcions Obres

	Actuació	Empreses contractistes	Fechas inicio obras	Fechas final obras	Plazo obras
1	N-141c_ Tona - Malla	PABASA EUROASFALT, S.A.	23/05/2022	04/08/2022	< 2,5 meses
2	BV-2411_ Begues - Avinyonet del Penedès	UTE EIFFAGE-ELSAN	19/05/2022	10/08/2022	< 3 meses
3	BV-1001_ Calaf - Sant Guim de Freixenet	FIRTEC, S.A.	30/05/2022	04/08/2022	< 2,5 meses
4	B-430_ Sallent - Artés	FIRTEC, S.A.	08/06/2022	02/09/2022	< 3 meses
5	GI-612_ El Port de la Selva - Llançà	SORIGUÉ, S.A.U	21/04/2022	13/07/2022	< 3 meses
6	GI-531_ Sant Aniol de Finestres - les Planes d'Hostoles	UTE FIRTEC, S.A. - CONSTRUCCIONES RUBAU, S.A.	16/05/2022	03/08/2022	< 3 meses
7	GIP-6042, i GIV-6043_ Peralada - Castelló d'Empúries	RUBAU TARRÉS SAU - CONSTRUCCIONS FUSTÉ SA	07/06/2022	03/08/2022	< 2 meses
8	GI-514_ Sant Julià de Ramis – Cornellà del Terri	UTE AGLOMERATS GIRONA- PABASA EUROSFALT	02/06/2022	01/09/2022	3 meses
9	L-902_ Almacelles - límit amb província d'Osca	SORIGUÉ, S.A.U	25/04/2022	06/07/2022	< 2,5 meses
10	L-310_ Tàrrrega - Guissona	UTE JOSÉ ANTONIO ROMERO POLO, S.A.U. - ARNÓ INFRAESTRUCTURAS, S.L.U	23/05/2022	19/08/2022	< 3 meses
11	T-710_ Falset - La Vilella Baixa	ARNO INFRAESTRUCTURAS, SLU	09/06/2022	06/09/2022	< 3 meses
12	C-12_ Xerta - Rasquera	EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS, SA	09/05/2022	02/08/2022	< 3 meses

Mejoras durante ejecución contratos

□ Estandarización en documentación y procesos:

- ❖ en supervisión de proyectos: se establecen revisiones previas
- ❖ en recepción de las obras: visitas previas y reunión virtual + reunión in situ
- ❖ en proceso de firma de adendas: conjuntamente con gestión económica (plantilla por adenda)



□ Eliminar actividades que no aporten valor:

- ❖ procesos de firma de las actas (*portasignatures* AOC con externos a la Generalitat)
- ❖ simplificación del proyecto de obra ejecutada en BIM



Indicadores

Servicio

- S1: Duración prestaciones funcionales (años garantía)
- S2: Superficie calzada ocupada durante obras
- S3: Tiempo afectación tránsito
- S4: Ratio diurna afectación tránsito
- S5: Emisiones CO₂/tons. mezcla (fabricación, transporte y extendido)
- **S6: Huella de carbono (CO_{2eq}) / toneladas mezcla** (materias primas, fabricación, transporte y extendido)

Estado

- E1, E2 i E3: Mejora IRI/MPD/CRT oferta
- E4: Factores de formulación
- E5: Consumo de energía (fabricación, transporte y extendido de mezcla)
- E6: Consumo combustible (fabricación, transporte y extendido de mezcla)
- E7: Equipo de personas de trabajo permanente
- E8: Actores complementarios
- E9: Plantas aglomerado adicionales
- E10: Fresadoras adicionales
- E11: Extendedoras adicionales
- E12: Campañas auscultación durante 5 años

Gestión

- G1: Derechos de propiedad
- G2 y G3: m2 urbanos/interurbanos ejecutados previamente
- G4: Tiempo implantación plataforma de trabajo
- G5 y G6: t entrega informes IRI / CRT
- G7: t entrega informes composición mezcla

Mejora

- 5 indicadores de mejora ofertados en el proceso de licitación

Indicadores

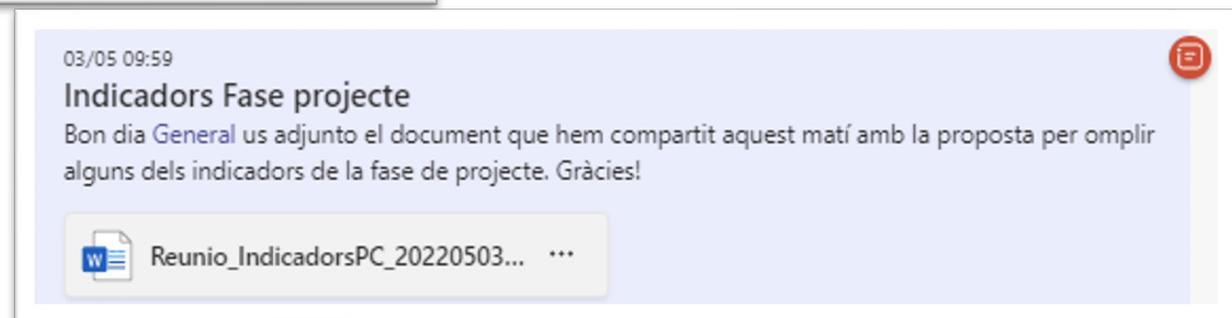
Plantilla en Excel:

Nº	Contemplat (si/no)	Paràmetre específic
1		
2		
3		
...		

Reunión específica:

Grupo de trabajo CO₂ eq:

- 9 miembros
- 3 reuniones (12/2021 - 01/2022 - 02/2022)
- Documento de valores acordados de CO₂ eq y energía para las fases
 - ❖ Fabricación: por tonelada de producto
 - ❖ Transporte: por tonelada y km
 - ❖ Extendido: por hora



Indicadores

Estimaciones junio 2022



Cálculo real final



Mejora continua

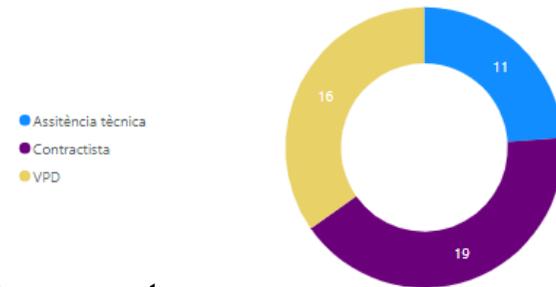
FERMS SOSTENIBLES

Primer sondeig. Fase de projecte. Març 2022

□ Evaluación final de fase:

❖ 2 encuestas

❖ Reuniones grupos actores (6 final Fase Proyecto + 5 final Obra-Seguimiento)



□ Intención: extraer aprendizajes de cara a futuras actuaciones de este tipo o en actuaciones con mezclas convencionales

Transferencia de conocimiento

- ❑ Formación soluciones innovadoras (junio 2022)
- ❑ Comunicaciones vía teams (artículos, aprendizajes, ...)
- ❑ Divulgación externa

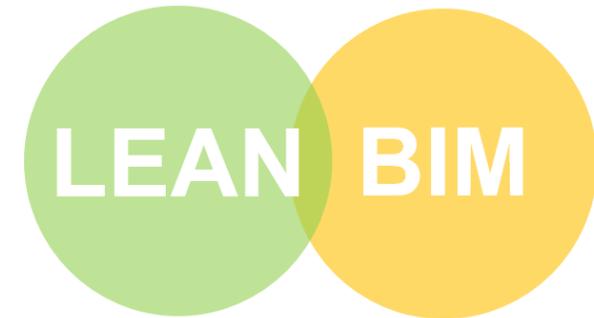


Puntos finales a destacar

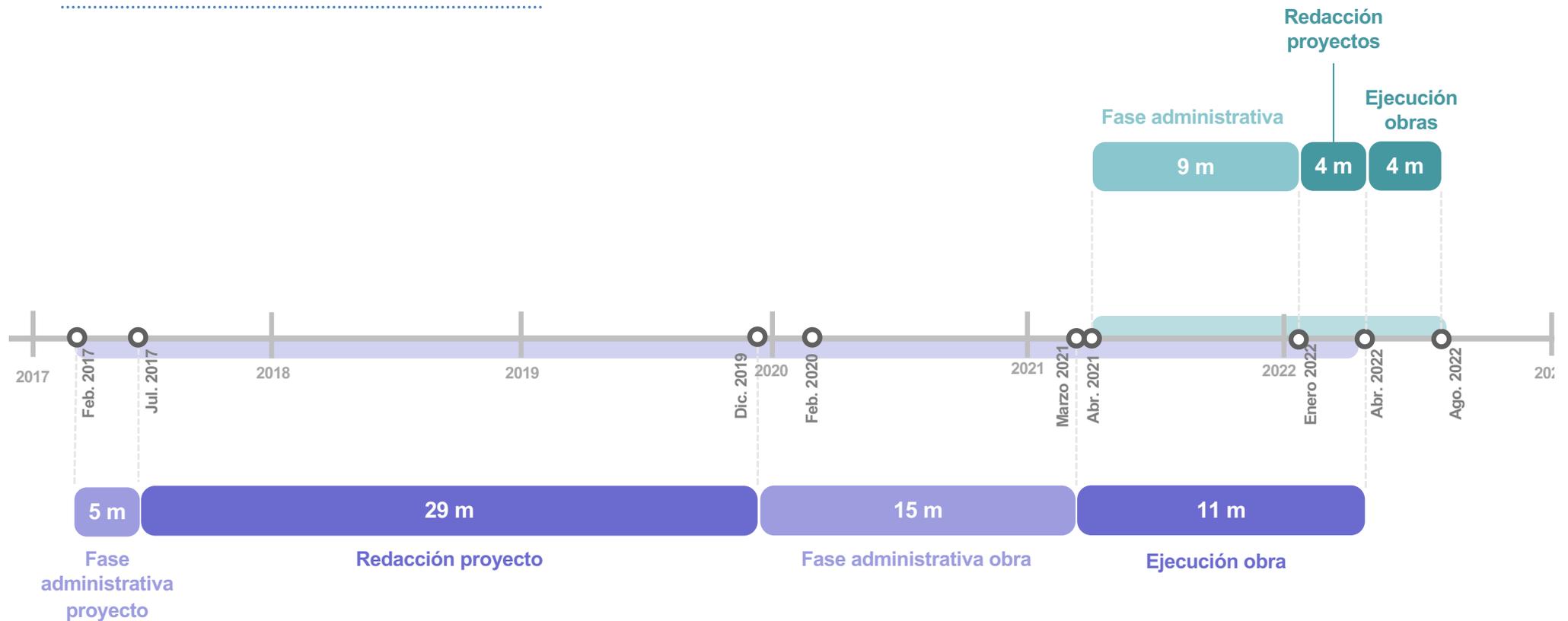
Innovación en ejecución de los firmes y en la contratación y el desarrollo de los trabajos

Reducción balance energético y mejora del estado del firme

Cumplimiento de plazos sin desviación de presupuesto



Calendario Firmes Sostenibles 2022



Actuación	Longitud equivalente	Presupuesto	Plazo total (meses)
Mejora del firme en la C-17. La Garriga - Centelles	31,2 km	7,44 M€	60 (5 años)
Firmes Sostenibles	124,4 km Media/lote: (10,4 km)	20 M€ Media/lote: (1,6 M€)	17

Hemos actuado en 4 veces más kilómetros, con un presupuesto 2,7 veces superior, dedicando una cuarta parte del tiempo total

Próximos pasos

El objetivo de la *Direcció General d'Infraestructures de Mobilitat* es que estas mezclas innovadoras **pasen a ser utilizadas con normalidad** en proyectos futuros, introduciendo en la valoración de ofertas parámetros como la huella de carbono.