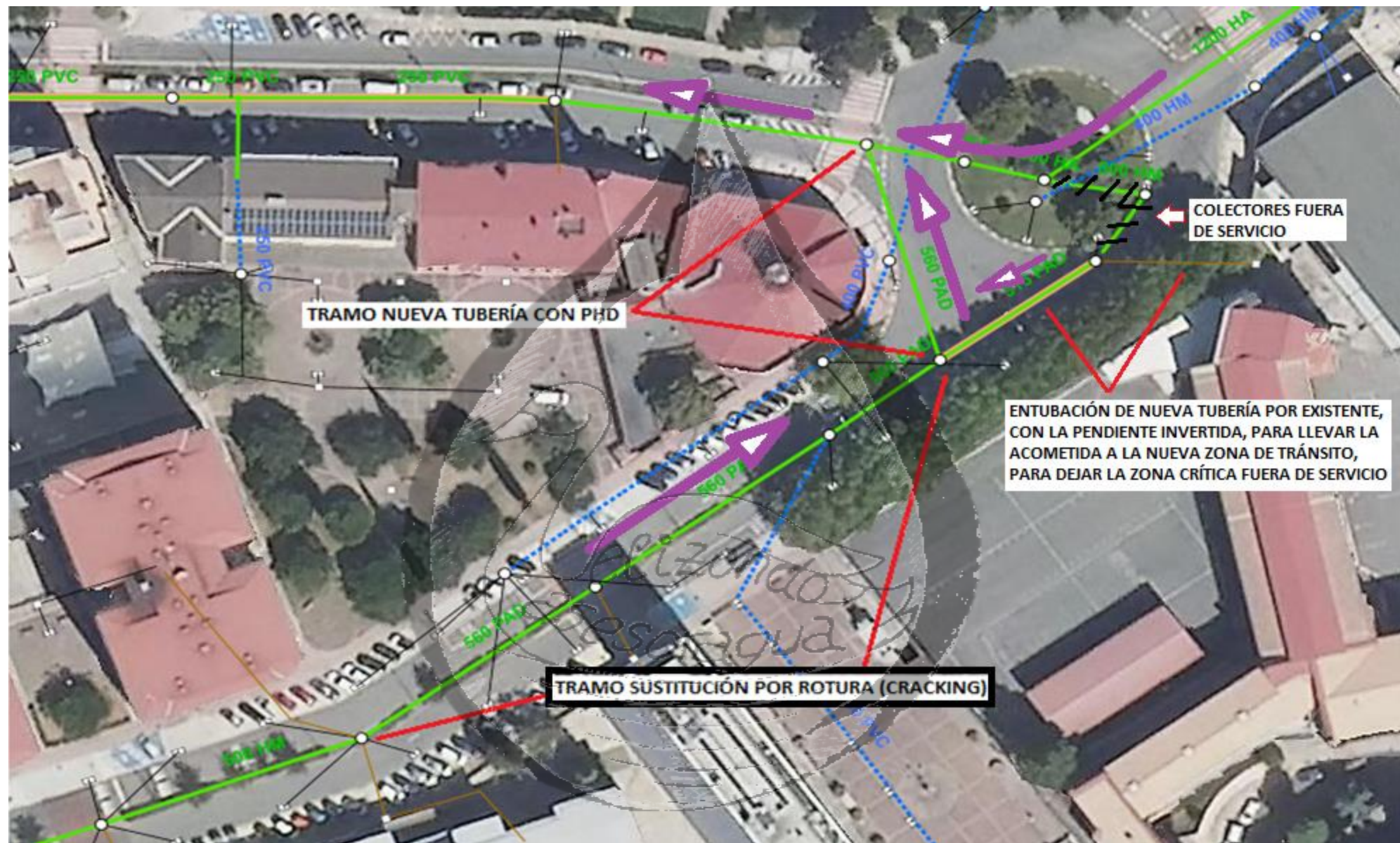


SUSTITUCIÓN DE TUBERÍAS POR ROTURA DINÁMICA (CRACKING)

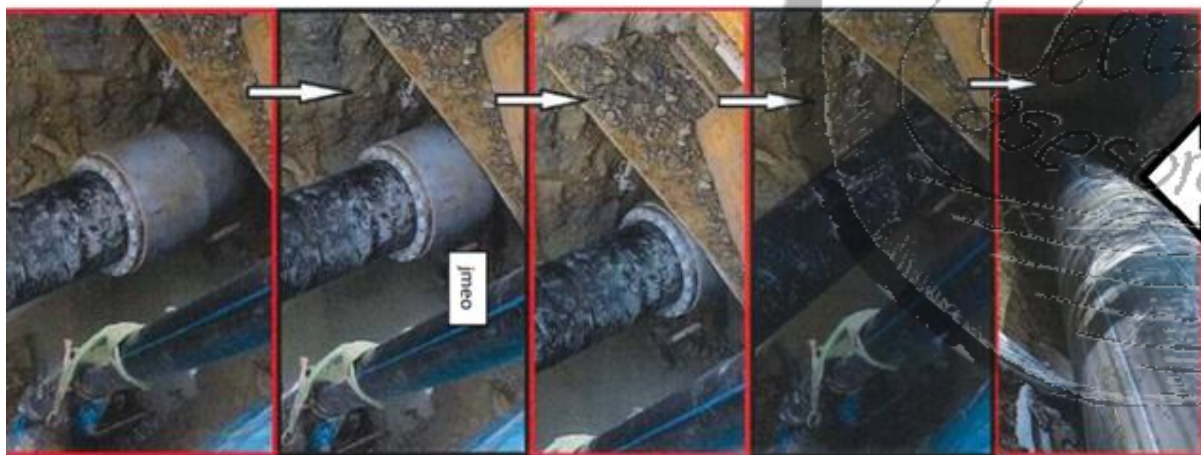
EJEMPLO REAL DE APLICACIÓN EN LA SUSTITUCIÓN DE UN COLECTOR DE SANEAMIENTO, CON SÍNTOMAS DE COLAPSO, DE DN500HM (HORMIGÓN EN MASA), POR TUBOS DE PE100RC (POLIETILENO CON ADITIVO RESISTENTE) DE 12m DE DN560 SDR26 (PN6) (espesor 21,4mm) SOLDADOS A TOPE. LONGITUD OBRA 110m. (OBRA REAL FINALES 2017 ENERO 2018)

CORRESPONDE CON LA 2ª FASE DE OBRA, TRAS LA EJECUCIÓN DE UN DESVÍO PREVIO CON UNA NUEVA TUBERÍA, DEL MISMO MATERIAL, CON SISTEMA PHD (PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA).



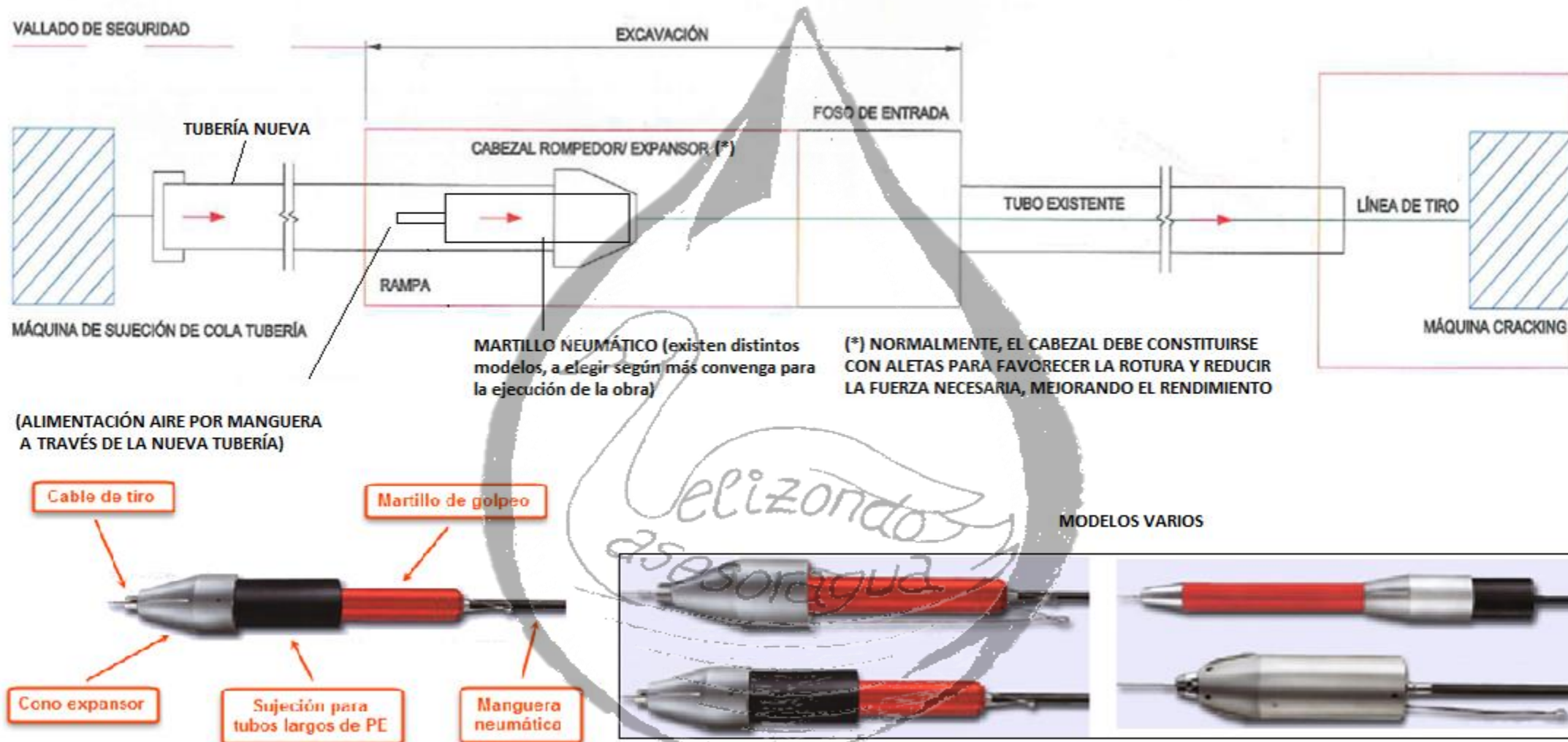


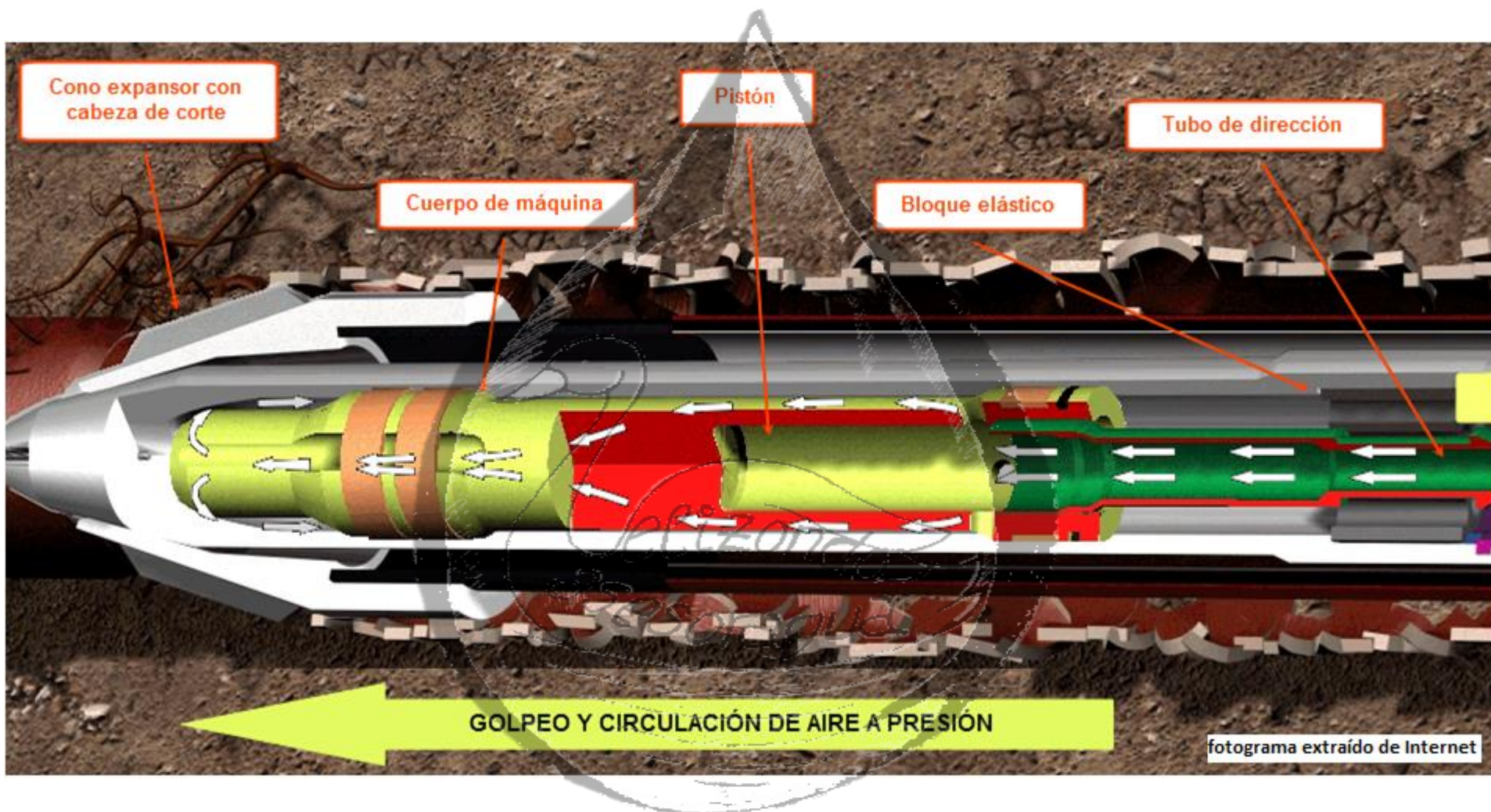
SISTEMA DE ROTURA DINÁMICA (CRACKING) PARA SUSTITUCIÓN DE TUBERÍAS/COLECTORES EXISTENTES



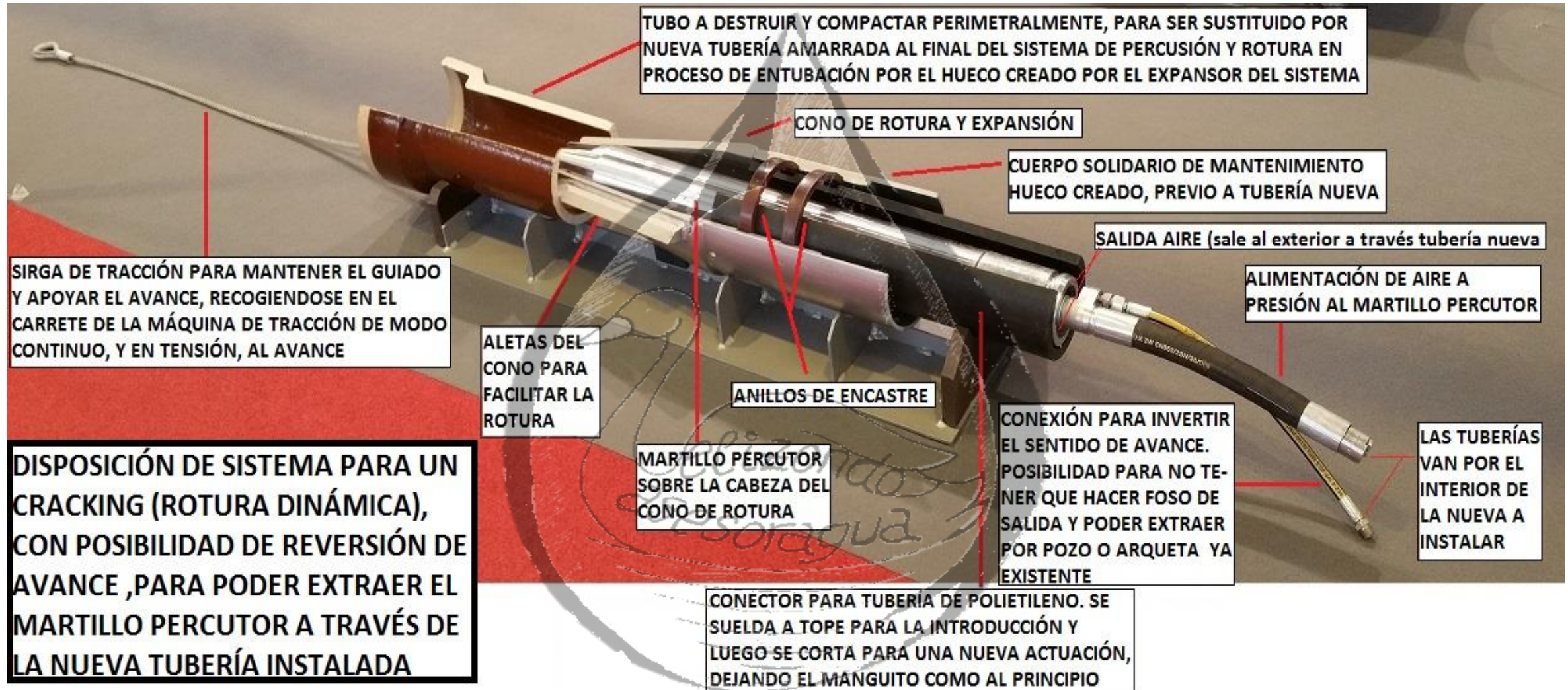
EL SISTEMA CRACKING O SUSTITUCIÓN DE TUBERÍA POR ROTURA DINÁMICA ES UNA DE LAS LLAMADAS “TECNOLOGÍAS SIN ZANJAS (TSZ,s)” QUE SE EMPLEA PARA SUSTITUIR LA EXISTENTE, FRACTURÁNDOLA Y EXPANDIÉNDO LA, EN SU AVANCE, CREANDO EL HUECO NECESARIO PARA LA INTRODUCCIÓN HOLGADA DE LA NUEVA TUBERÍA DE MODO DIRECTO, EN BASE A UN **PROCESO DE ROTURA POR GOLPEO SOBRE EL CABEZAL DE IMPACTO MEDIANTE MARTILLO IMPULSADO POR AIRE COMPRIMIDO, A LA VEZ QUE SE EJERCE LA TRACCIÓN SOBRE LA CABEZA DEL SISTEMA PARA MANTENER LA TENSIÓN DE AVANCE** (A DIFERENCIA DEL SISTEMA BURSTING, O DE SUSTITUCIÓN POR ROTURA ESTÁTICA, QUE SE EJECUTA EN EXCLUSIVA MEDIANTE TRACCIÓN).

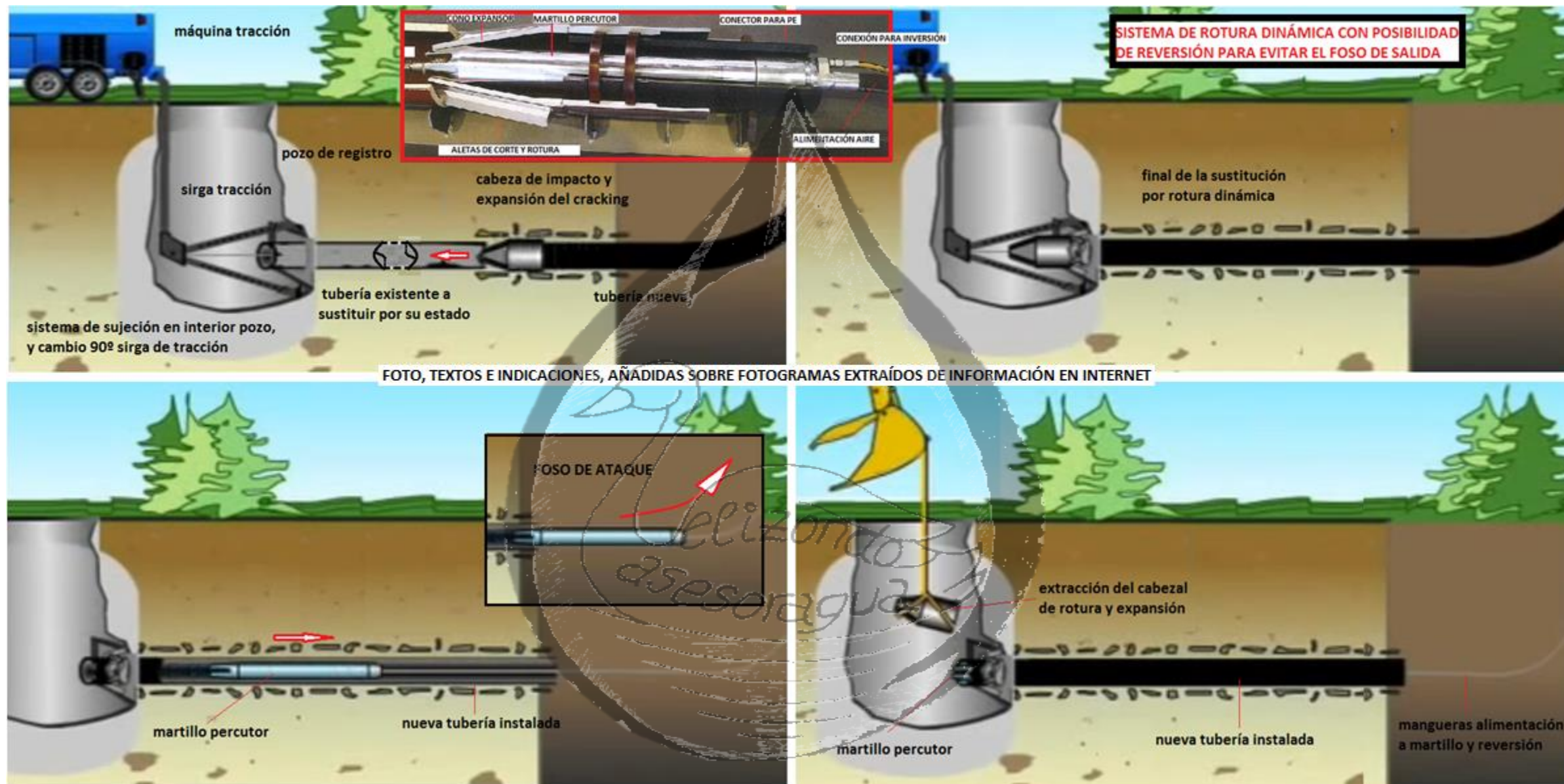
ESQUEMA BURSTING DINÁMICO (CRACKING) (ANOTACIONES SOBRE ESQUEMA BÁSICO Y MODELOS, DE DOCUMENTACIONES EXTERNAS)



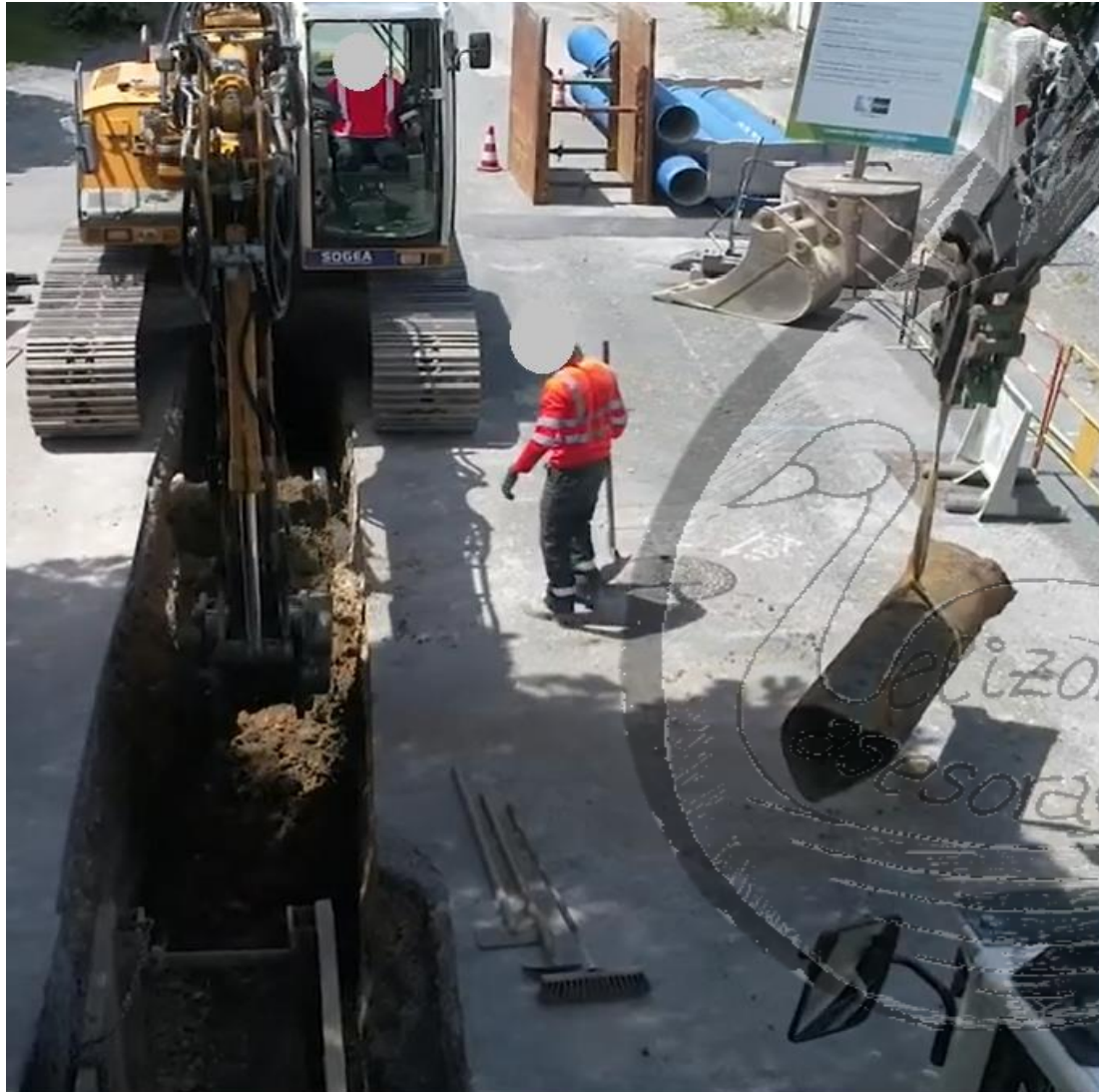


AUNQUE NO ES EL CASO DEL SISTEMA UTILIZADO EN ESTA OBRA, EXISTEN TAMBIÉN MODELOS QUE PERMITEN LA REVERSIÓN DEL SENTIDO DE AVANCE, DE MODO QUE SE PUEDE EXTRAER EL MARTILLO PERCUTOR POR LA PROPIA TUBERÍA INSTALADA





AL IGUAL QUE EL RESTO DE LAS LLAMADAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA, SE TRATA DE EVITAR AL MÁXIMO LA OBRA CIVIL CONVENCIONAL CON TODOS SUS INCONVENIENTES Y SOBRECOSTES.



PLANTEAMIENTO OPERACIONAL BÁSICO DE UNA OBRA PARA SUSTITUCIÓN DE TUBERÍA EXISTENTE (sin establecer tendidos provisionales por necesidad de mantener el suministro por cualquier circunstancia)

1. Ocupación de espacio público con su afección a tráfico y accesos a vecinos, comercios, dotaciones, industrias, etc. durante obra (tiempo elevado)
 2. Movimiento maquinaria, generación de ruidos, polvo, CO2, vibraciones, seguridad... Generación residuo
 3. Corte y retirada de pavimentación y excavaciones, con traslado de producto a vertedero (camiones, rutas, combustible, seguridad... (idem 2)
 4. Retirada de la tubería a sustituir, acopio y reparto nueva tubería (en general movimiento pesos-maquinaria y traslados camiones... (idem 2)
 5. Achiques, limpiezas, entibaciones (seguridad), preparación de cama, nivelaciones, etc. Incluidas operaciones de afecciones a servicios.
 6. Traslado tubos a línea montaje, ensamblajes, rellenos "riñones" y compactación, rellenos de sujeción tubos, contrarrestos codos, retirada sobrantes y restos varios...(idem 2)
 7. Pruebas de presión y ensamblajes al sistema (a realizar en cualquier tipo de obra abierta/rehabilitac.)
 8. Traslado rellenos, vertidos a zanja, extendidos, compactaciones y controles, etc. => camiones, excavadoras, compactadores... (idem 2)
 9. Reposición de pavimentación (traslado camiones con hormigón subbase y el asfalto, repartos, máquina de asfaltado, compactador... (idem 2)
- Final obra** tras limpiezas, retiradas maquinarias y herramientas auxiliares, retirada y traslado de vallados, entibaciones, etc... (idem 2)

EN ESTE CASO, LA OBRA CIVIL PRINCIPAL SE REDUJO A LAS CATAS DE ENTRADA DE LA NUEVA TUBERÍA Y DE APLICACIÓN DEL SISTEMA DE TRACCIÓN (QUE ES TAMBIÉN LA CATA DE SALIDA DEL SISTEMA DE IMPACTO/ROTURA/EXPANSIÓN), CON SU POSTERIOR REPOSICIÓN FINAL (INCLUYENDO LA RETIRADA, CONSERVACIÓN Y REPOSICIÓN DE LOS ARBUSTOS DE JARDINERÍA DE LA MEDIANA AFECTADA)



AL TRATARSE DE UN SANEAMIENTO CON POZOS DE REGISTRO, COMO OBRA CIVIL AUXILIAR SE PROCEDE, DE MODO PREVIO, A LA DEMOLICIÓN INTERIOR DE LAS ZONAS DE ENTRADA Y SALIDA DEL COLECTOR EXISTENTE EN EL INTERIOR DE LOS POZOS, PARA CREAR EL HUECO NECESARIO DE PASO DEL CABEZAL DE ROTURA Y EXPANSIÓN, DE MODO QUE NO SE GENEREN ROTURAS INNECESARIAS EN SU ESTRUCTURA. UNA VEZ INSTALADA Y PROBADA, SE PROCEDE A RESTITUIR LOS HUECOS.

TAMBIÉN FUE EJECUTADA UNA OBRA AUXILIAR CORRESPONDIENTE AL CAMBIO DE PENDIENTE DE VERTIDO DE ACOMETIDA EXISTENTE (VER PLANO ANTERIOR), MEDIANTE ENTUBACIÓN DE NUEVA TUBERÍA DE PE A TRAVÉS DE LA EXISTENTE DE DN500HM, CON CALZAS PROGRESIVAS ADAPTADAS PARA CONSEGUIR LA PENDIENTE INVERSA.



LA SUSTITUCIÓN POR ROTURA, EN LOS 110m, SE ENGLOBÓ EN EL CONJUNTO DE UNA OBRA DE 147m, DONDE, EN UNA PRIMERA FASE, SE EJECUTÓ LA INSTALACIÓN DE UNA NUEVA TUBERÍA PE100RC DN560 SDR26, EN 37m, CON PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (PHD) CON ESCARIADO (HUECO) A 760mm, PARA DIRIGIR EL COLECTOR EXISTENTE FUERA DE LA ZONA DE UNIÓN CON EL COLECTOR PRINCIPAL, AL CUAL VERTÍA, PARA EVITAR EL PUNTO CRÍTICO EXISTENTE EVITANDO LAS RETENCIONES QUE SE PRODUCÍAN (ver esquema inicial).

EVITÓ LA EJECUCIÓN DE ZANJA ABIERTA PARA LA SUSTITUCIÓN DE LA TUBERÍA EXISTENTE DN500HM, CON UNA PROFUNDIDAD DE 6,50m Y UN MÍNIMO DE 2,50m DE ANCHURA (CON ENTIBACIÓN PESADA A AMBOS LADOS, PARA EVITAR AFECTAR A MÁS DE 2 CARRILES DE CIRCULACIÓN), CON **UN VOLUMEN ESTIMADO DE RESIDUOS DE 2.388,75m³.**

ESTA OBRA, EN SU CONJUNTO, SUPUSO UN COSTE EN EJECUCIÓN POR CONTRATA DE 146.606,93€ FRENTE A 208.672,38€ (158.795,28€ + 49.877,10€ de la diferencia de gestión de residuos).

- el presupuesto para la comparativa con la obra convencional se ha realizado para instalar el nuevo colector con tubos de DN500HA (Hormigón Armado)
- El coste real hubiese sido menor, de no haberse sufrido las roturas comentadas después, en las que la propiedad tuvo que abonar la parte correspondiente

LAS JORNADAS HÁBILES DE LA EJECUCIÓN COMPLETA FUERON 61 (ver nota) FRENTE A LAS 80 JORNADAS ESTIMADAS DE HABERSE EJECUTADO MEDIANTE ZANJA ABIERTA.

- Nota: las jornadas reales, en condiciones normales, hubieran sido mucho más reducidas, pero por problemas en el sistema aplicado para la ejecución de la sustitución por cracking (se comentan posteriormente), se generaron un total de 5 roturas de la sirga de tracción, con sus correspondientes paradas y actuaciones de reparación.

HAY QUE TENER EN CUENTA, ADEMÁS:

1. LAS OBRAS SE PLANTEARON CON POLIETILENO, EN BASE A SU FLEXIBILIDAD (MANIPULACIÓN EN OBRA E INTRODUCCIÓN, Y REDUCCIÓN DE CALAS DE ENTRADA) Y UNIONES COMPETENTES DE CARA A LA FRICCIÓN POR EL ARRASTRE POR TRACCIÓN.
2. AL EJECUTAR CON POLIETILENO EN BARRAS DE 12m, LAS UNIONES (PUNTOS CRÍTICOS MANTENIMIENTO) SE REDUJERON EN UNAS 5 VECES EN RELACIÓN CON TUBOS CONVENCIONALES DE HORMIGÓN, Y A LA MITAD EN RELACIÓN CON TUBOS DE 6m DE OTROS MATERIALES (POR EJEMPLO, PVC).
3. AL CONSTITUIRSE EL PASO POR LOS REGISTROS DE MODO CONTINUO, SE OBTUVIERON DIRECTAMENTE LAS CUNAS, SIN JUNTAS, POR RECORTE DE LA PARTE SUPERIOR.

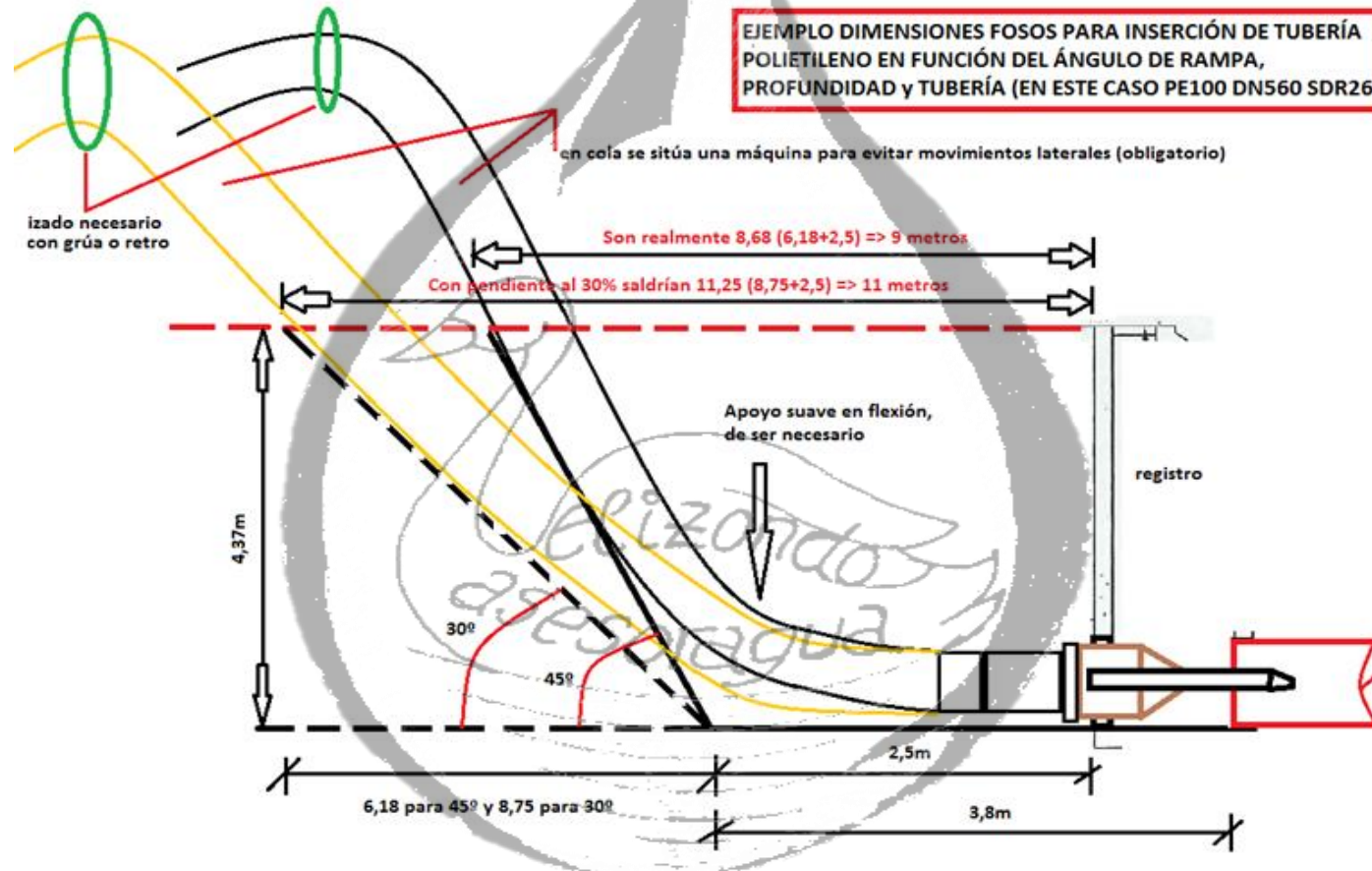
PROCESO PRINCIPAL DE OBRA

EN ESTE CASO, DADO QUE ERA UN SISTEMA DE SANEAMIENTO CON POZOS DE REGISTRO (CONSTATACIÓN PRECISA DE SU UBICACIÓN) Y NO EXISTÍA NINGÚN TIPO DE SERVICIO QUE PUDIESE VERSE AFECTADO POR LA EXPANSIÓN DEL COLECTOR FRACTURADO, NO SE EJECUTARON LAS INSPECCIONES QUE CONVIENE HACER EN OTRAS DISPOSICIONES.



PROCESO PRINCIPAL DE OBRA

PREPARACIÓN DE LA CATA DE ENTRADA DE LA NUEVA TUBERÍA



Obligatoriamente: apoyos adecuados para la tubería en calle en el arrastre, elevación con máquina y sujeción trasera y rampa protegida debidamente para aislar la tubería del terreno.

PREPARACIÓN DE LA CATA PARA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE TRACCIÓN Y RECUPERACIÓN DEL SISTEMA DE EJECUCIÓN, Y SU INSTALACIÓN.



INCLUYENDO EL NECESARIO BYPASS DEL VERTIDO



EJECUCIÓN DE LAS SOLDADURAS A TOPE DE LOS TUBOS DE POLIETILENO



PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TRAMOS A DESPLAZAR, Y EJECUTAR SU UNIÓN FINAL OBTENIENDO LA LONGITUD DEFINITIVA PARA INSERTAR TODO EL TRAMO DE UNA TIRADA



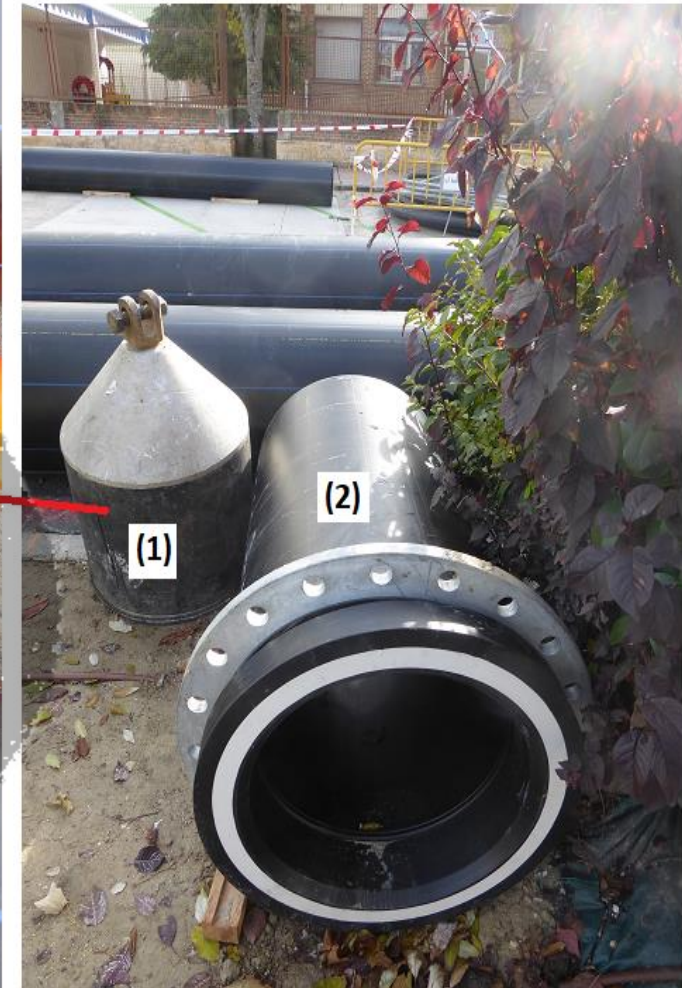


HAY QUE TENER EN CUENTA QUE ES UN SANEAMIENTO (EN ESTE CASO, ADEMÁS, UNITARIO), POR LO QUE HAY QUE TENER EN CUENTA QUE LAS SOLDADURAS A TOPE DESARROLLAN TAMBIÉN REBARBAS HACIA EL INTERIOR DE LA TUBERÍA; POR LO QUE HAY QUE QUITARLAS PARA EVITAR QUE RESTOS SÓLIDOS (TENER EN CUENTA TODO LO RELACIONADO CON LAS FAMOSAS TOALLITAS Y OTROS) SE QUEDEN ATRAPADOS, DANDO LUGAR A LA GENERACIÓN DE TAPONES CON SUS CONSABIDAS CONSECUENCIAS.



(1) PIEZA PARA TRASLADO DE LA TUBERÍA CONFORMADA

(2) PIEZA UNIÓN AL SISTEMA DE GOLPEO EN CABECERA

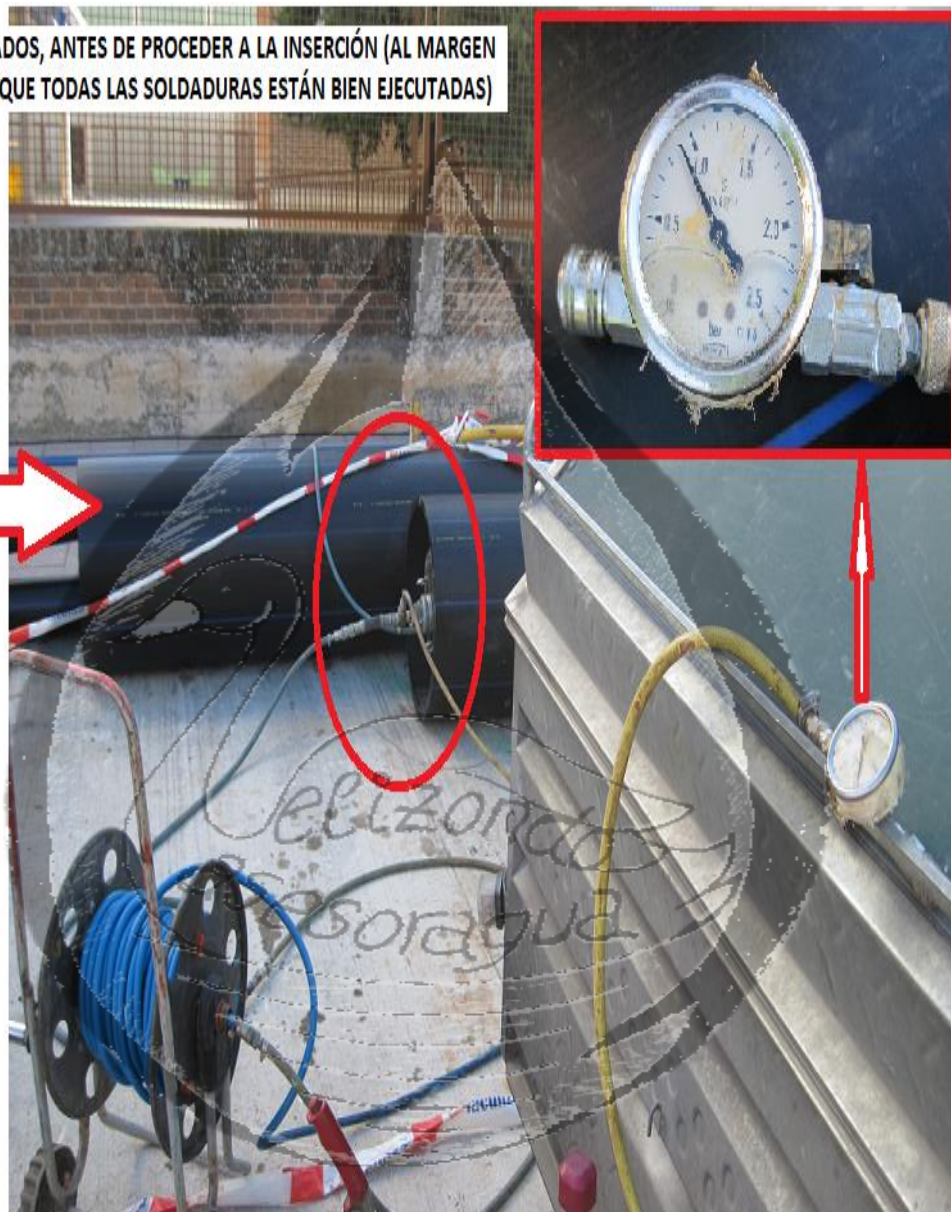






CONTROL VISUAL DE SOLDADURAS PARA VERIFICAR SU IDONEIDAD EN CUANTO A PRESENCIA FÍSICA (DE APARIENCIA Y DE PARÁMETROS DE LOS RESALTES) PARA, DE NO SER CORRECTA, CORTAR Y REPETIRLAS

PRUEBA DE PRESIÓN TUBERÍA CONFORMADA CON LOS TUBOS INDIVIDUALES SOLDADOS, ANTES DE PROCEDER A LA INSERCIÓN (AL MARGEN DE LA PRUEBA FINAL, TRAS EJECUTAR LA INSERCIÓN, SE TRATA DE ASEGURARSE DE QUE TODAS LAS SOLDADURAS ESTÁN BIEN EJECUTADAS)



PRUEBA DE PRESIÓN PREVIA A LA INSERCIÓN, PARA EL VISTO BUENO PROVISIONAL (*) QUE EVITE INTRODUCIR EL TRAMO CON FALLOS EN SOLDADURAS O DAÑOS EN LOS PROPIOS TUBOS

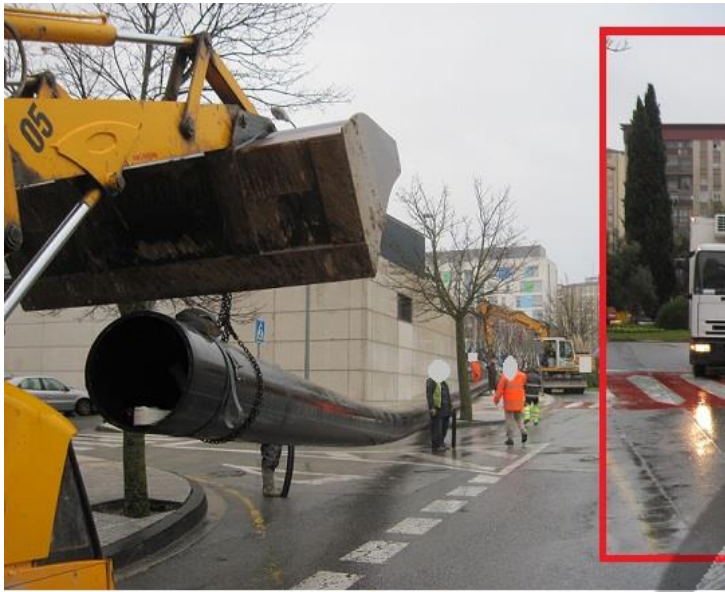
(*) UNA VEZ INTRODUCIDO EL TOTAL DE LA NUEVA TUBERÍA, SE HACE UNA NUEVA PRUEBA, MÁXIME POR LA FRICCIÓN DERIVADA DE UNA OPERATIVA DE ARRASTRE (al margen de que los tubos se hayan elegido con aditivo de resistencia RC)



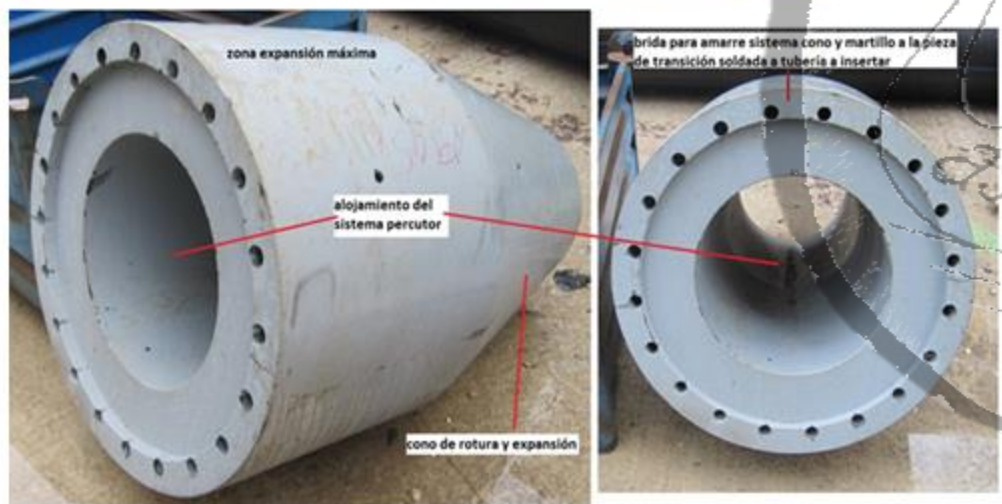
DISPOSICIONES EN OBRA PARA EVITAR PARALIZACIONES DE TRÁNSITOS DE VEHÍCULOS EN SITUACIÓN DE ESPERA DE TRASLADOS A LA UBICACIÓN FINAL PARA INSERCIÓN

TRASLADO DEL TRAMO Y UBICACIÓN ZONA EVITANDO POSIBLES DAÑOS





PREPARACIÓN DEL CONJUNTO DE IMPACTO/ROTURA/EXPANSIÓN



Como veremos posteriormente, la elección del sistema de golpeo con la parte trasera de martillo pasante, junto con la aplicación del cono de rotura y expansión sin aletas que ayudasen a la fractura, condicionó los esfuerzos sobre la sirga de tracción y sus roturas.

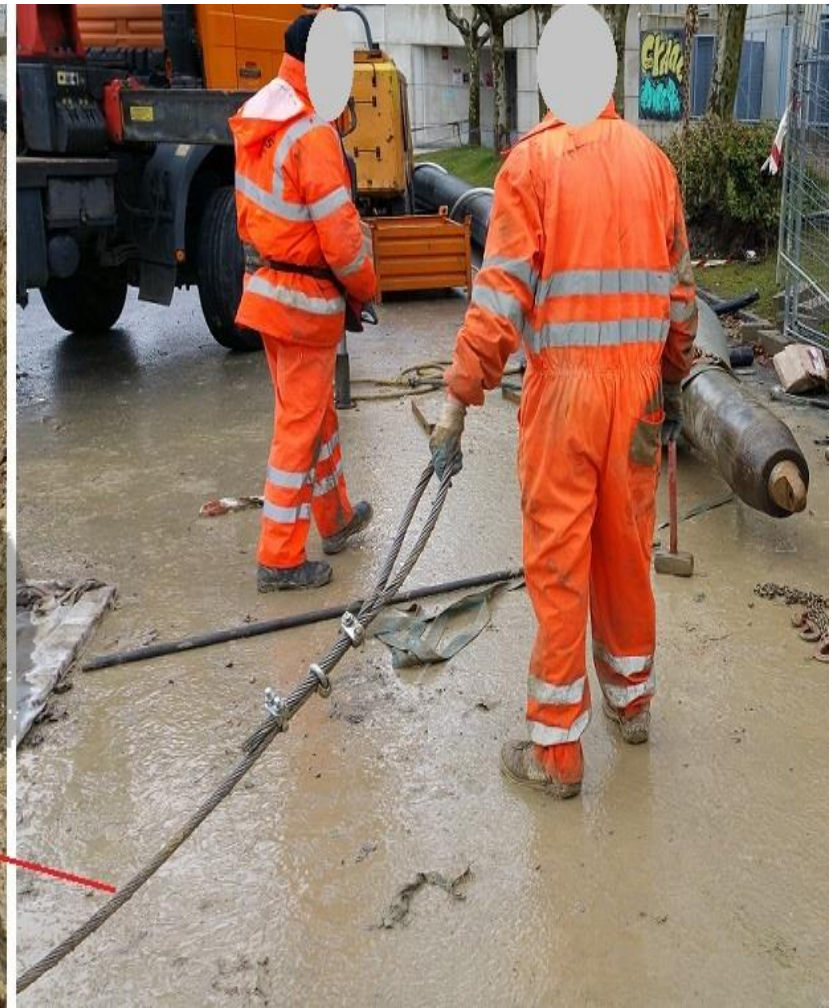








FASE DE PREPARACIÓN POSICIONAMIENTO PARA INICIAR LA INSERCIÓN



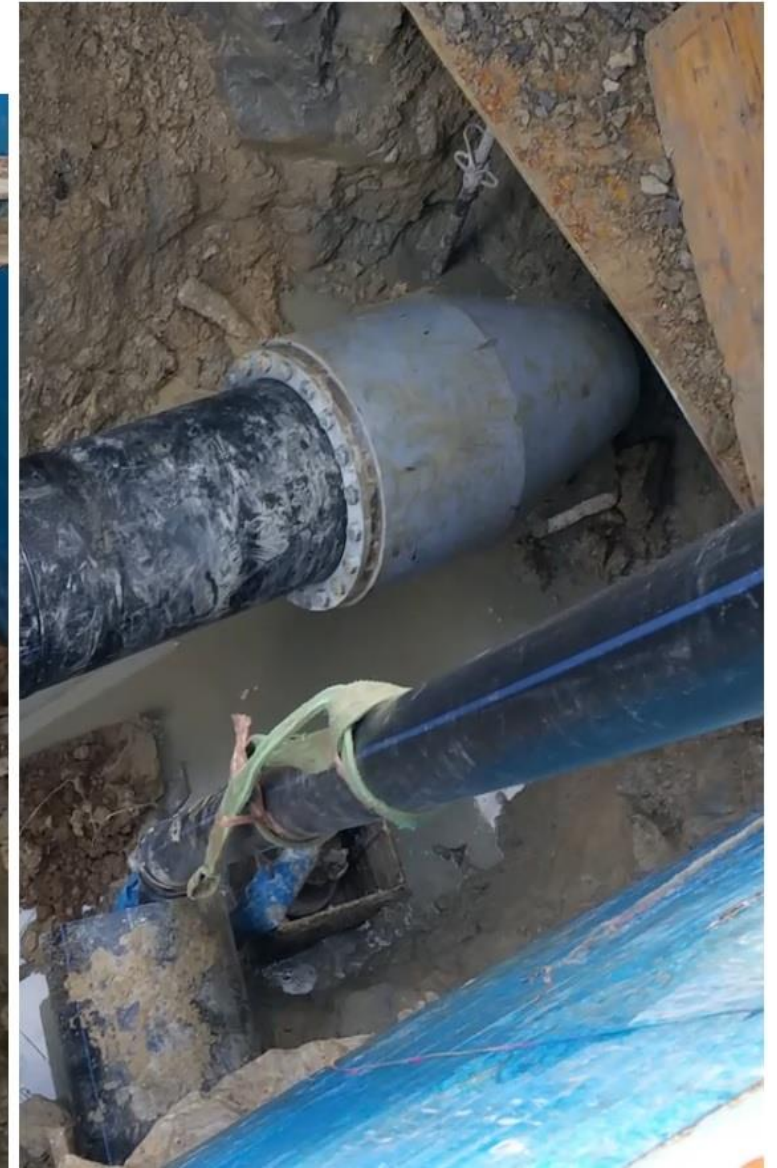








IZADO DEL MARTILLO PARA EMBOCAR EL SISTEMA
DE AVANCE EN LA TUBERÍA A SUSTITUIR

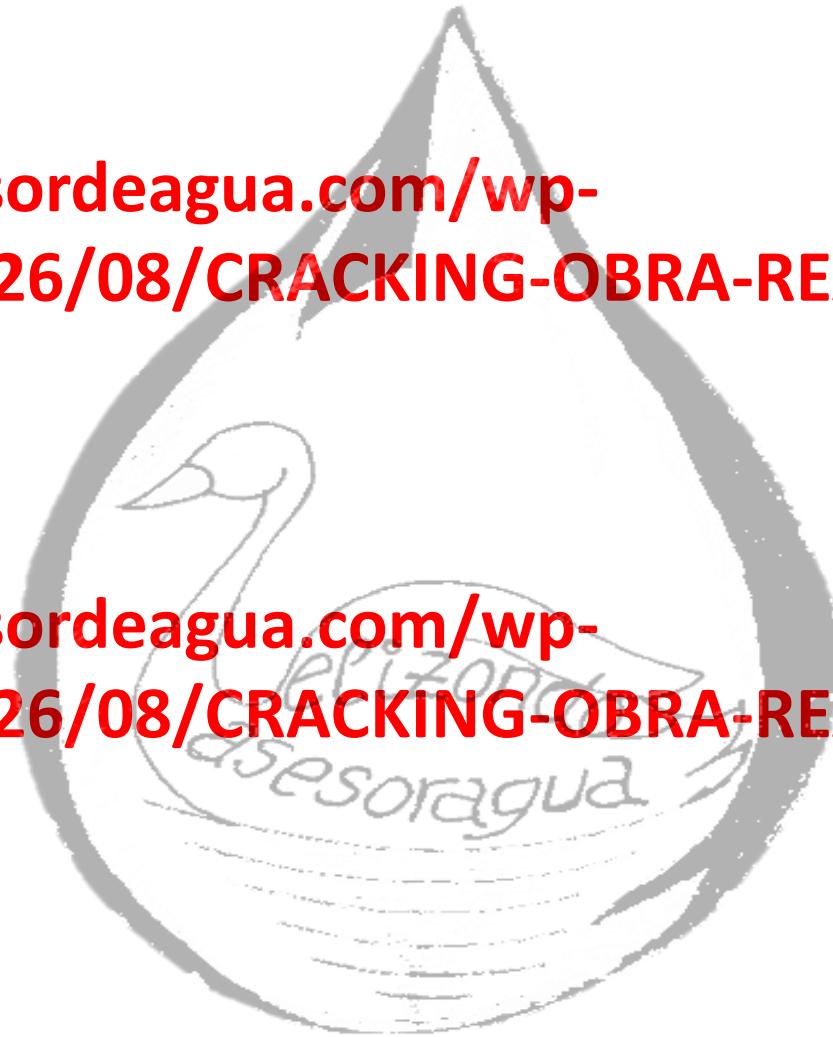


PROCESO DE INSERCIÓN



<https://elizondoasesordeagua.com/wp-content/uploads/2026/08/CRACKING-OBRA-REAL-VISTA-EXTERNA.mp4>

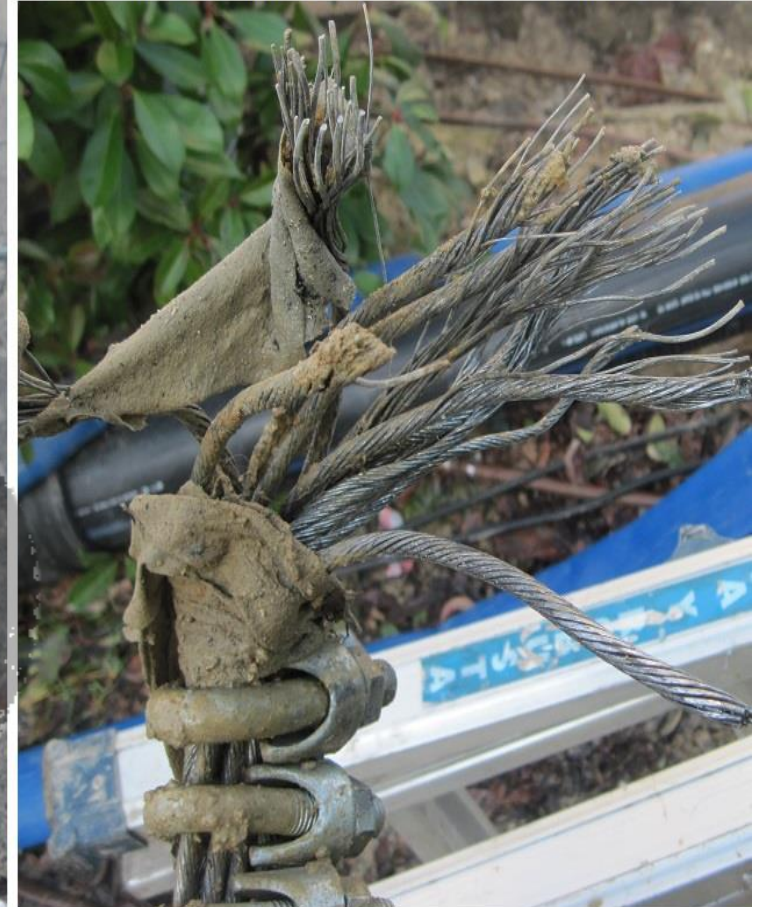
<https://elizondoasesordeagua.com/wp-content/uploads/2026/08/CRACKING-OBRA-REAL-VISTA-INTERNA.mp4>



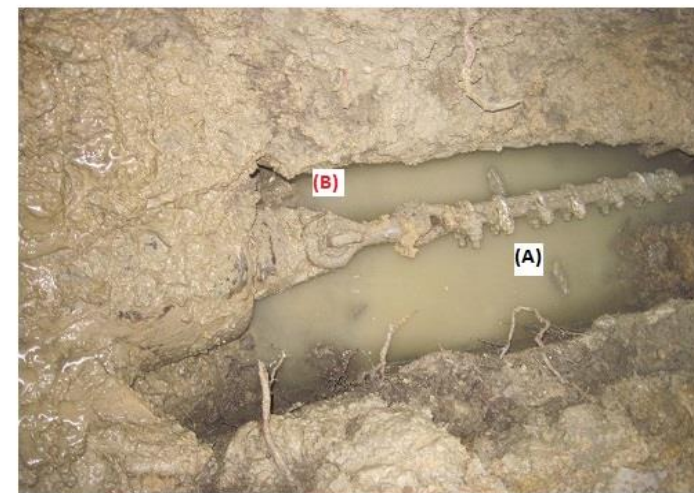
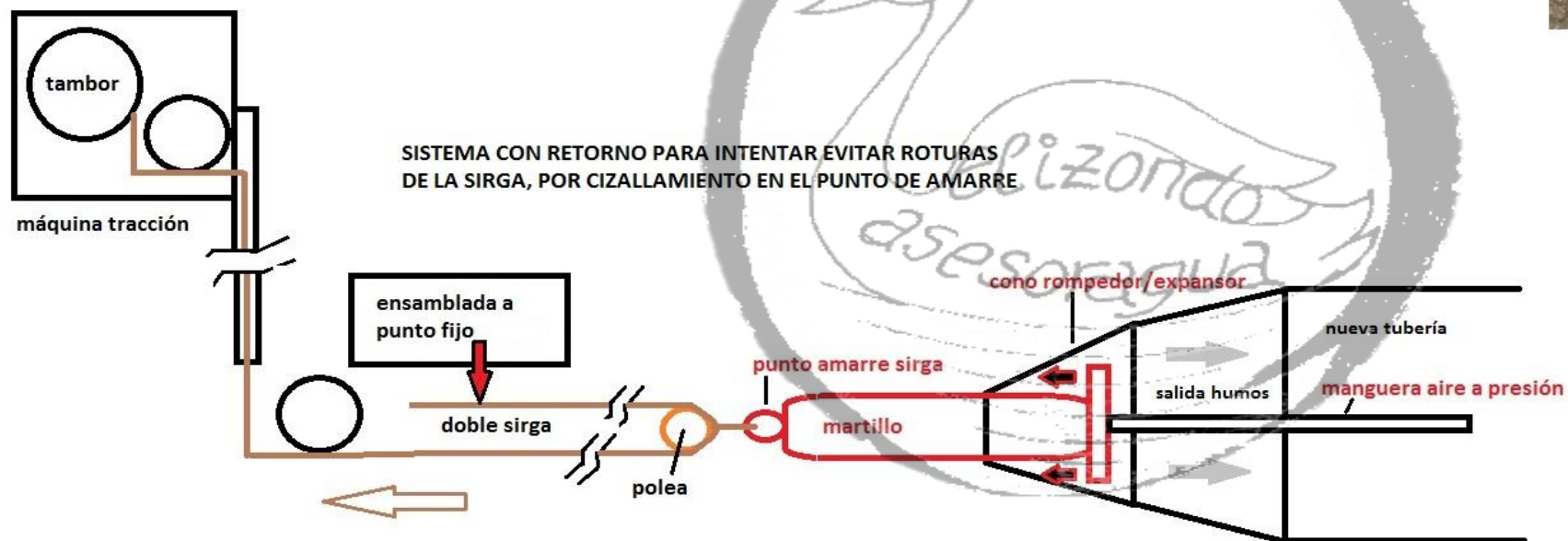
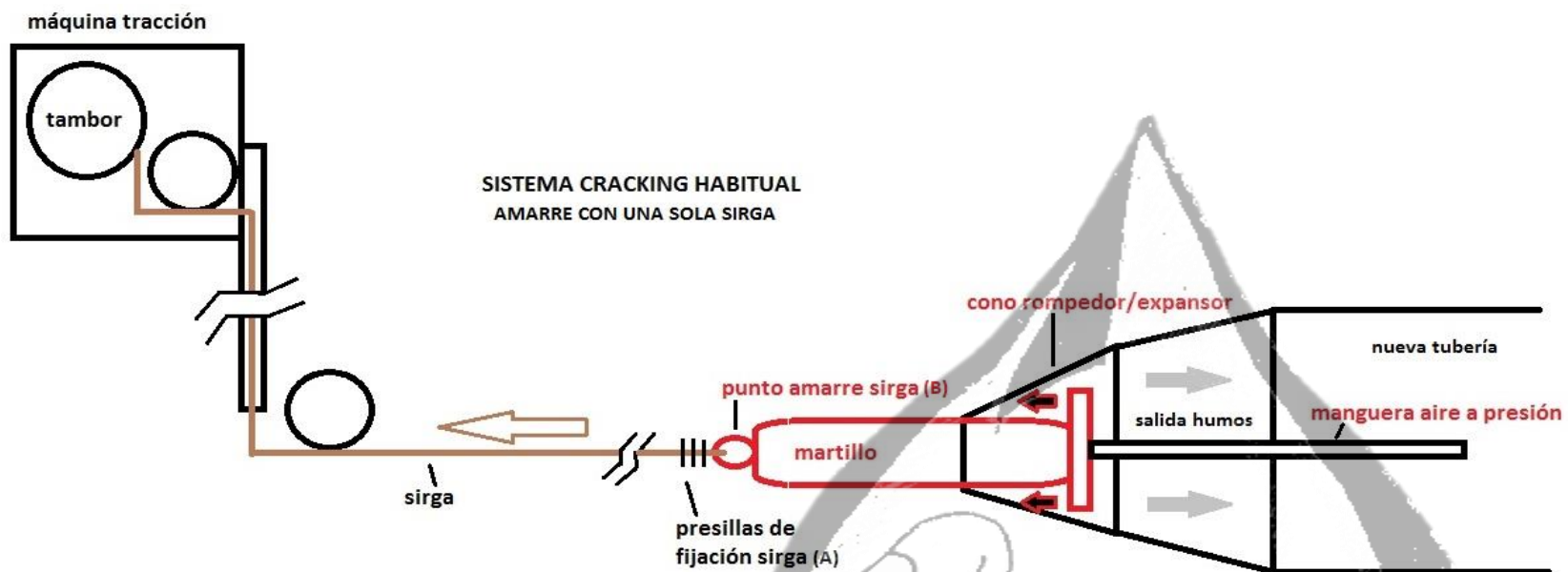
ROTURAS DE SIRGA QUE LLEVAN A QUE LA CONTRATA CAMBIE EL SISTEMA DE TRACCIÓN INICIAL SIMPLE



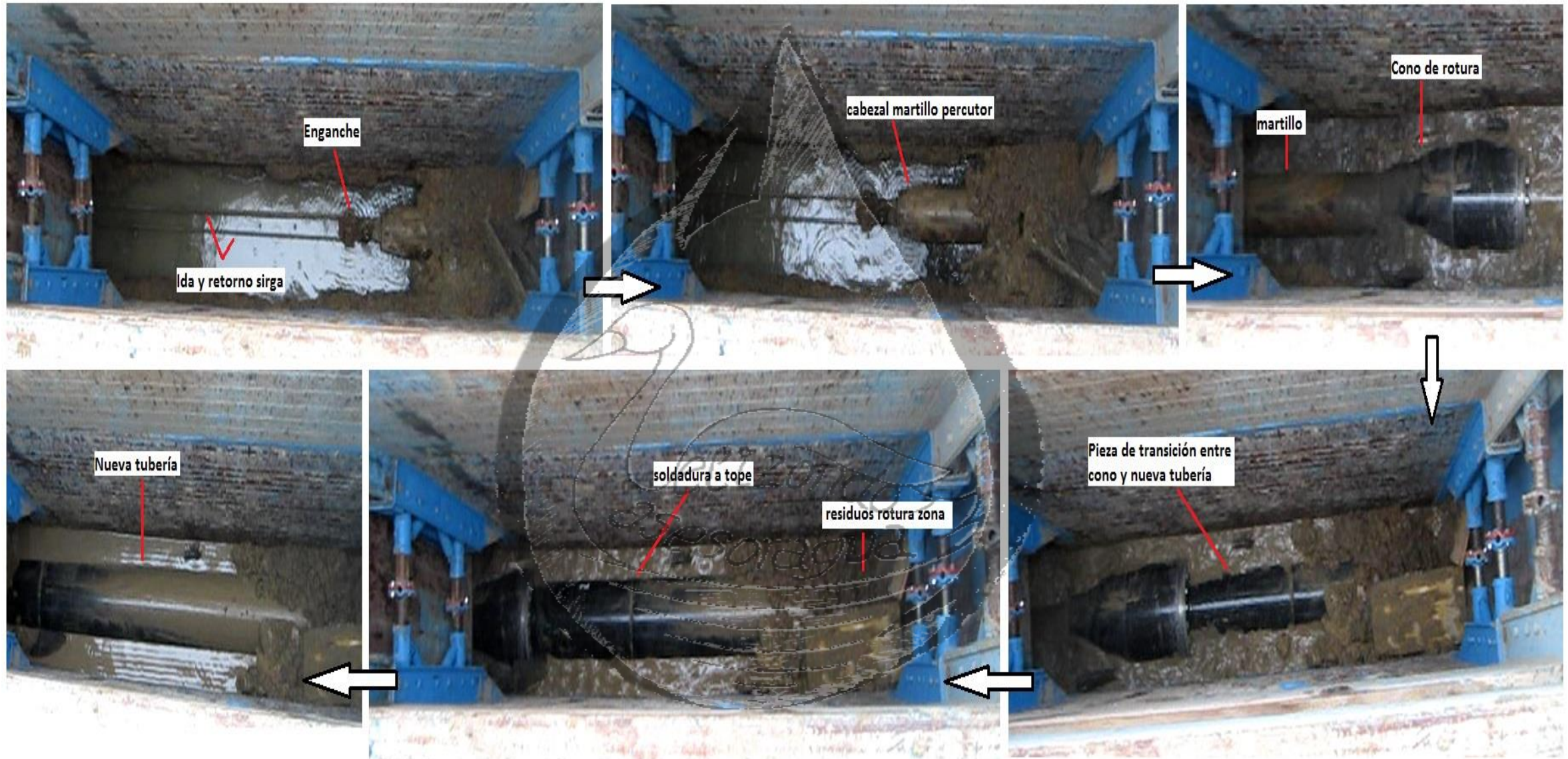
ROTURA SIRGA CRACKING AVDA CENTRAL 1ª FASE 030118 TIRO MÁX 17 Tn



DÍA 291217 SE GENERÓ UNA ROTURA PREVIA

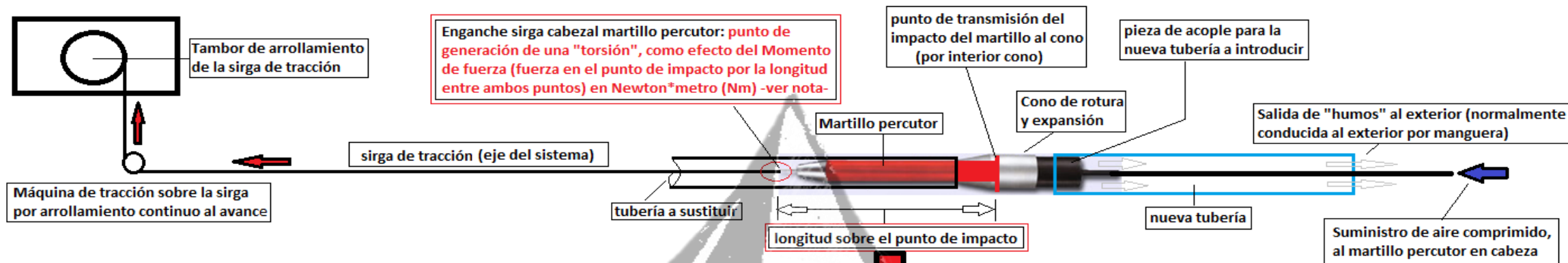


SISTEMA DE SUSTITUCIÓN POR ROTURA DINÁMICA (CRACKING) CON AMARRE POR POLEA Y RETORNO, PARA LA MEJORA DE LOS ESFUERZOS DE TRACCIÓN Y EVITAR AFECCIONES EN EL ENGANCHE

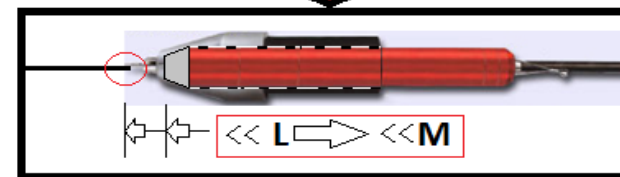
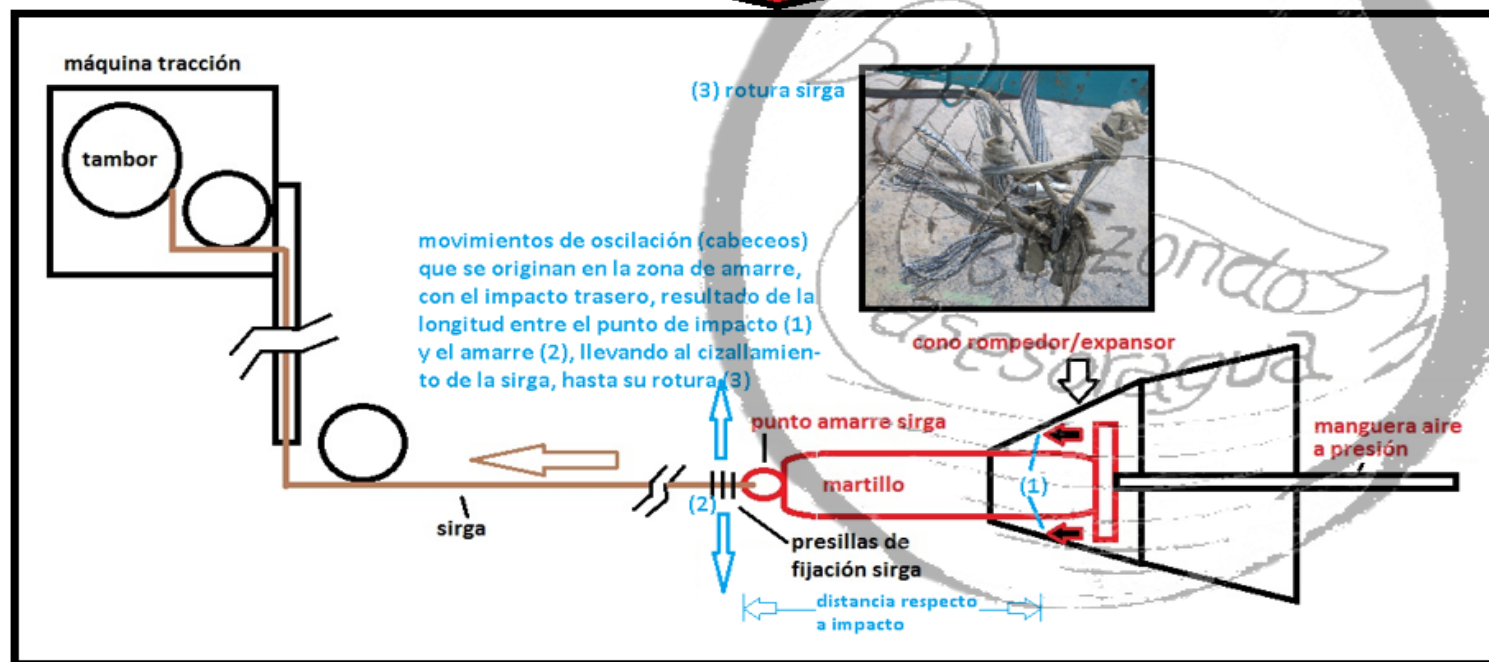


SE PRODUCE UNA MEJORA, PERO SE PRODUCEN NUEVAS ROTURAS (AUNQUE SE FINALIZA LA INSERCIÓN DEL TRAMO EN SU TOTALIDAD SE PIERDE MUCHO TIEMPO EN LAS REPARACIONES), PUES NO SE EVITA EL VERDADERO PROBLEMA (trasladado a la contrata tras ser analizado debidamente, aunque sin consenso por su parte) :

- AL EJECUTAR CON MARTILLO DE IMPACTO QUE REALIZA EL GOLPEO SOBRE EL CABEZAL DE ROTURA Y EXPANSIÓN CON SU TRASERA (SIENDO, ADEMÁS, DE MODELO LARGO) SE GENERA UNA LONGITUD DESDE EL PUNTO DE IMPACTO AL PUNTO DE AMARRE DE LA SIRGA DE TRACCIÓN, QUE PROVOCA UN ESFUERZO DE FLEXIÓN Y, POR TANTO, UNA OSCILACIÓN SOBRE LA SIRGA Y SU ROTURA (ver esquema posterior).
- TENIENDO EN CUENTA, ADEMÁS, QUE EL AVANCE NO ES AYUDADO POR APOYO A LA FRACTURACIÓN DEL TUBO EXISTENTE, AL NO DISPONERSE EL CABEZAL CON ALETAS.



Nota: Es prioritario el contemplar el uso de *sistemas de reducida longitud* entre el punto de enganche y la zona de impacto, para *disminuir el momento de fuerza* sobre el punto de enganche. En este punto, se generará un efecto de torsión (giro) sobre el amarre (eje del sistema), que unido al "cabeceo" que origina la fuerza de impacto sobre el cono (no es continuo, ya que siempre contempla un pequeño tiempo de retardo en el proceso entre impactos) y la fuerza de tracción (que es continua), llevará a esfuerzos indebidos en el punto de enganche, que ocasionarán su rotura.



Cracking (sustitución por rotura dinámica). Consideraciones básicas para evitar problemas en el proceso.

SUSTITUCIÓN ROTURA DINÁMICA (CRACKING). DETALLE FINAL INSERCIÓN, DETALLE SALIDA AIRE Y FUERZA DE TRACCIÓN



Fuerza de tracción de la sirga de enganche a la cabeza del martillo (ejm: 145kN $\approx$ 14,5 Tn-fuerza)



Salida de "humos" (aire retroceso de martillo) por la parte final de la nueva tubería



Suministro aire comprimido al martillo. Manguera a través de toda la longitud de la nueva tubería a instalar

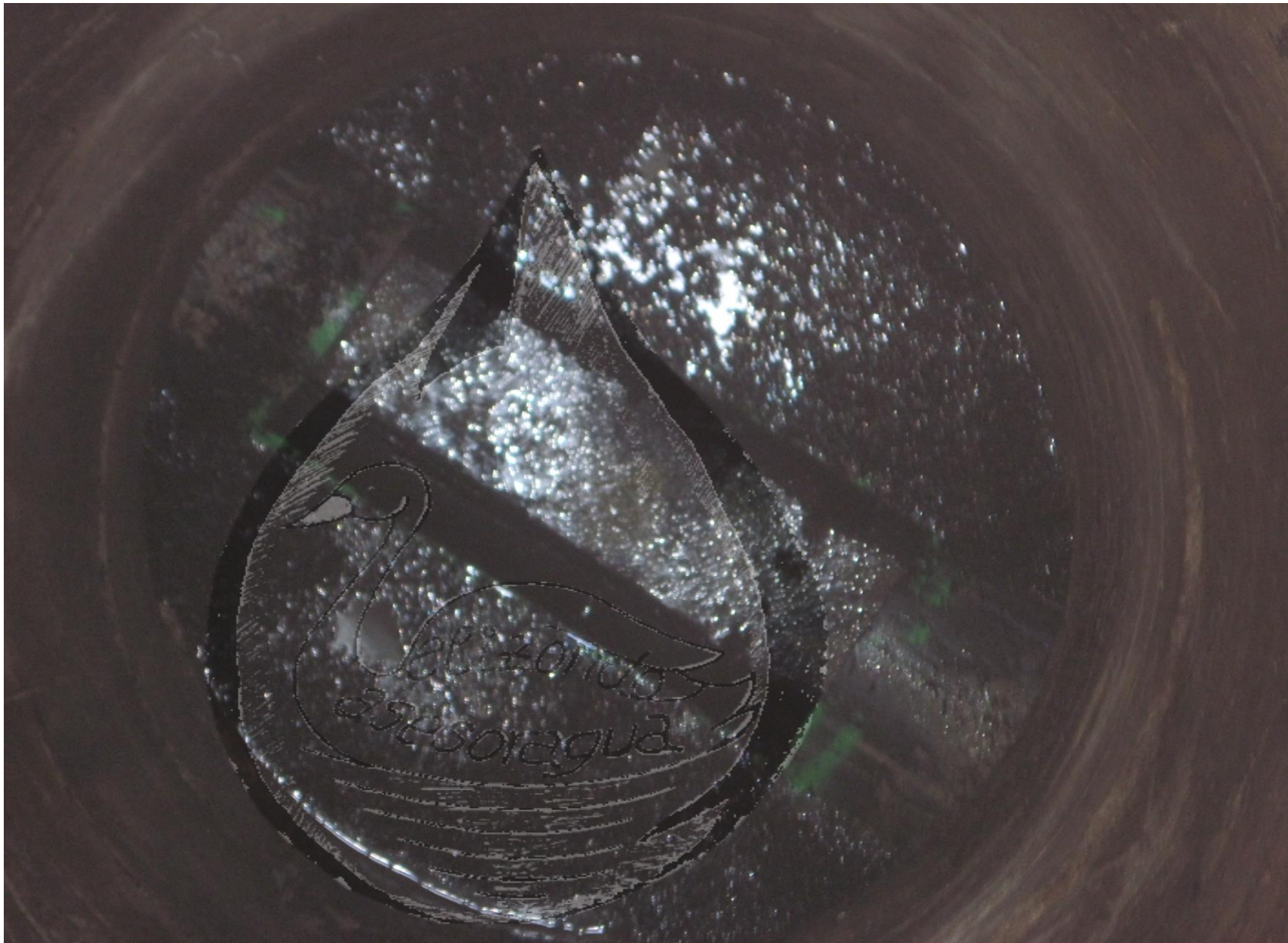


UNA VEZ SE LLEVÓ A CABO LA PRUEBA DE ESTANQUIDAD DEL TRAMO TOTAL INSTALADO, Y LA INSPECCIÓN INTERIOR CON CCTV (VERIFICACIÓN DE LA PENDIENTE Y AUSENCIA DE DAÑOS Y OBSTÁCULOS, A REALIZAR SIEMPRE ANTES POR SI EXISTIESE CUALQUIER PROBLEMA), SE LLEVÓ A CABO LA REPOSICIÓN FINAL DE LOS HUECOS CREADOS, PARA PASO DE LA TUBERÍA, EN LOS POZOS DE REGISTRO, Y LA APERTURA DE LA PARTE SUPERIOR DEL TUBO, PARA CREAR LAS CUNAS (QUE QUEDAN EN CONTINUO SIN JUNTAS CON EL POZO) Y HORMIGONAR LOS LATERALES CON LA PENDIENTE OPORTUNA, PARA EL APOYO DE LOS OPERADORES.

VISTA, DESDE EL EXTERIOR, DEL ESTADO FINAL DE LOS POZOS DE REGISTRO, UNA VEZ EJECUTADO EL RECORTE DEL TUBO PARA LA CUNA, Y EJECUTADAS LAS TAREAS DE CIERRE DE LOS HUECOS DE LOS LATERALES DEL POZO, Y CONFORMACIÓN DE LOS LATERALES DE LA CUNA

hormigonado del conjunto para dejar laterales accesibles para posición personas Mto.

tubería nueva pasante, en continuo, a la cual se le corta la parte superior (la cuna es continua en PE)



Zona obra. Estado final.





Zona obra. Estado final.



