



Proyecto demostrativo

TRESOR

Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos
de la Intendencia de Montevideo

Nueva línea para el agregado de valor al compost
Granulado, enriquecimiento e incorporación de semillas finas

Diciembre 2020
Uruguay

Descripción del proyecto

Florencia Benzano Ing. Agr. MSc.

1 Resumen ejecutivo

El presente informe refiere al proyecto demostrativo instalado y puesto en marcha TRESOR, relativo al agregado de valor al compost mediante su enriquecimiento con nutrientes y granulado.

TRESOR es la planta de tratamiento de residuos orgánicos de la Intendencia de Montevideo, ubicada en Toledo Chico, Montevideo, Uruguay. En pilas de gran porte montadas a cielo abierto, se compostan residuos provenientes de agroindustrias de la zona y algunos residuos municipales, como los de la poda.

Se procesan 12.000 toneladas de residuos por año obteniendo 4000 m³ de compost, reduciendo en aproximadamente 330 ton de CO₂ eq/año la emisión de GEI respecto a si se vertieran a terreno. La planta tiene trámite de autorización ambiental ingresado en la DINAMA por una capacidad operativa de 16.000 toneladas de residuos/año.

El compost producido en TRESOR tiene distintos destinos, abastecer la demanda de la Intendencia por la generación de nuevo espacio público (Parques, Plazas), la producción de plantas en su vivero, la plantación de árboles y arbustos en ornato público, donar centros educativos y organizaciones sociales y vender para la producción agropecuaria. Con el objetivo de incrementar la llegada a otros destinos agropecuarios, TRESOR montó una línea de enriquecimiento y granulado del compost que le permitiese ampliar su cartera de productos mediante el agregado de valor al compost. La línea instalada y puesta en marcha entre julio 2018 y marzo 2020, permite enriquecer y granular el compost y también incorporar semillas finas al gránulo.

A la fecha se están realizando ajustes para que el flujo de producción en la nueva línea sea continuo y no en tandas. Las nuevas formulaciones de compost granulado enriquecido con nutrientes, están en fase de desarrollo y el desarrollo de formulaciones con semilla fina está previsto en una etapa posterior. Se prevé tener formulaciones cerradas, ricas posiblemente en fósforo a marzo 2021.

El proyecto requirió una inversión total de 393.724 USD, en el marco de una convocatoria abierta realizada por el gobierno uruguayo a través del proyecto Biovalor¹ en el año 2016, fue seleccionado como un proyecto demostrativo y se cofinanció el 26% de la inversión con fondos del GEF.

No es posible realizar evaluación económico-financiera del proyecto demostrativo dado que no se han desarrollado productos comerciales a la fecha.

2 Introducción

En este informe se presenta el proyecto demostrativo implementado en TRESOR, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos de la Intendencia de Montevideo (IM), co-financiado por Biovalor¹ con fondos FMAM.

El proyecto de TRESOR resultó seleccionado en la convocatoria abierta realizada en el año 2016 por Biovalor, para la cofinanciación de proyectos demostrativos con fondos no reembolsables, convocatoria que fue dirigida a interesados en implementar tecnologías de valorización de residuos a escala real. Fueron valoradas positivamente las propuestas que planteaban evaluar el agregado de valor al compost como estrategia para levantar limitantes físico-químicas y conquistar nuevos mercados. ***Ensayar el incremento de la densidad y del contenido de nutrientes por unidad de producto mediante el granulado o peletizado y enriquecimiento con nutrientes del compost, puede resultar en un producto competitivo a distancias mayores, y además, más atractivo desde el punto de vista de su logística, al resultar más fácil de manipular, trasladar y aplicar.***

Por estas razones, uno de los proyectos seleccionados fue el de TRESOR que se describe a continuación.

3 Descripción del caso de estudio: T.RES.OR

TRESOR es una planta de tratamiento de residuos orgánicos, actualmente Fideicomiso entre la Intendencia de Montevideo y la Corporación Nacional para el Desarrollo, dependiente del Departamento de Desarrollo Ambiental. Desde la aprobación del proyecto en el año 1997 opera en la localidad de Puntas de Manga, sobre Camino Toledo Chico 5852, entre Camino Andalúz y Osvaldo Rodríguez.

En pilas de 300 a 500 m³ montadas a cielo abierto, se valorizan 12.000 ton de residuos orgánicos, provenientes principalmente de la gestión municipal y agroindustrias, reduciéndose en 330 ton de CO₂ eq/

1 Biovalor: proyecto dirigido por tres ministerios: MIEM, MA y MGAP, implementado por la ONUDI y co-financiado por el FMAM. MIEM: Ministerio de Industria, Energía y Minería; MA: Ministerio de Ambiente; MGAP: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca; ONUDI: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. FMAM: Fondo para el Medio Ambiente Mundial.

año las emisiones de GEI al ambiente respecto a si se vertieran en el terreno. La IM fija la tasa del servicio de gestión que ofrece TRESOR en Unidades Reajustables/m³ de residuo.

Ilustración 1: Vista de la playa de compostaje.



Ilustración 2: Vista de la maquinaria empleada en la playa de compostaje.



Al cabo de 6 - 9 meses se obtiene un compost maduro que es acopiado a la intemperie. La producción anual de compost es cercana a los 4000 m³/año. La producción potencial de la planta podría llegar a ser mayor, atendiendo la solicitud ambiental en trámite en la DINAMA del Ministerio de Ambiente, por 16.000 ton de residuos/año.

En cuanto a los destinos del compost, parte de la producción permanece en el predio donde funciona Tresa y el vivero del Servicios de Áreas Verdes de la IM y otra parte sale del predio con distintos fines. La IM se autoabastece de compost, lo emplea en las tareas de parqueizado, plantación y vivero. También realiza donaciones a centros educativos y organizaciones sociales. La fracción restante, se comercializa a granel a granjas horti-frutícolas principalmente y a viveros agropecuarios en segundo término. Se comercializa compost zarandeado, de granulometría fina y homogénea, y también material cribado de composición más gruesa.

En la operativa realizada la planta emplea a 17 personas de forma directa.



Ilustración 3: Compost en playa de maduración.



4 Descripción del proyecto demostrativo

4.1 Propuesta

Como estrategia para incrementar las ventas de compost, TRESOR definió ampliar la cartera de productos fabricando compost enriquecido con nutrientes, o mejorado con semillas finas, y granulado, para llegar así a más y nuevos mercados. El diseño presentado por TRESOR en el llamado abierto de Biovalor y seleccionado para su implementación, fue realizado por Asilor S.A. (ver Ilustración 4).

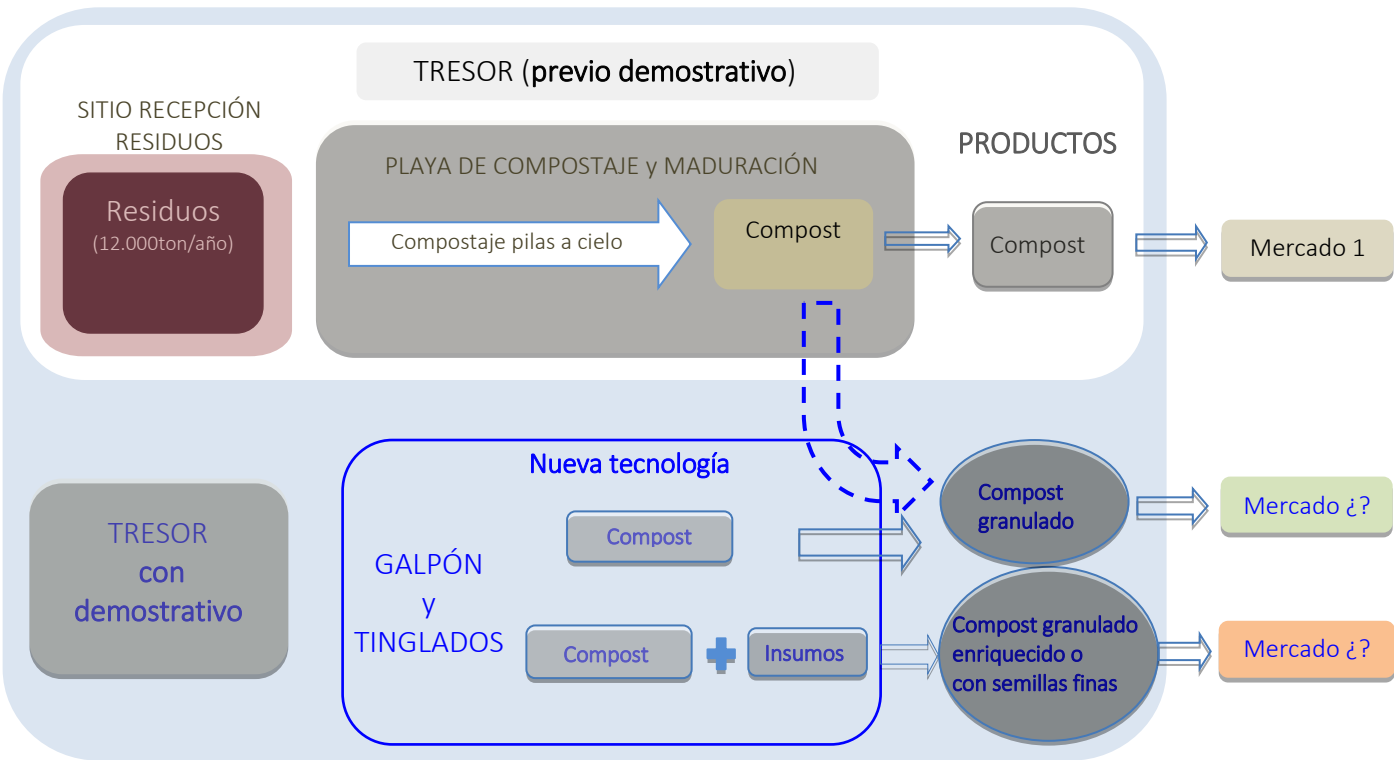
La propuesta planteaba mediante el uso de discos granuladores y otros equipamientos, granular y enriquecer una fracción del compost producido anualmente mediante la adición de sales solubles y nutrientes en forma líquida y/o sólida, de modo de alcanzar una mayor concentración de NPK en el producto final (cercana al 12%). Se tendría especial atención a producir al menor costo posible de modo de alcanzar un precio de venta atractivo, punto clave para favorecer el desarrollo de la demanda de los nuevos productos. Se esperaba que la granulometría tipo gránulo de las nuevas formulaciones, posibilitara su aplicación a terreno con maquinaria de fertilización de uso común a nivel nacional como las sembradoras directas y fertilizadoras centrífugas. La producción anual se estimaba en 1.200 m³ de abono orgánico / orgánico mineral, comercializado a granel o embolsado en presentaciones de 10 o 25 kg/bolsa, no se habían realizado estudios de mercado, pero se habían identificado posibles nichos a partir del vínculo comercial y acuerdo establecido entre TRESOR y Conaprole. El postulante también manejaba la posibilidad de desarrollar formulaciones de compost mejorado con semillas finas. Por otro lado, se comprometía a adquirir los

permisos ambientales pertinentes que se encuentran en trámite de modo de cumplir con la normativa vigente.

4.2 Resultado

A través de la implementación del presente demostrativo, TRESOR pudo concretar la instalación y puesta en marcha de la nueva línea de producción de compost granulado, enriquecido/mejorado, según se muestra en el siguiente diagrama de flujo, iniciando pruebas para el desarrollo de nuevas formulaciones.

Ilustración 4: Diagrama de flujo de los procesos en TRESOR previo al proyecto demostrativo y luego de su puesta en marcha (en azul).



4.2.1 Nueva línea: suministro de equipos, montaje, interconexión y puesta en marcha

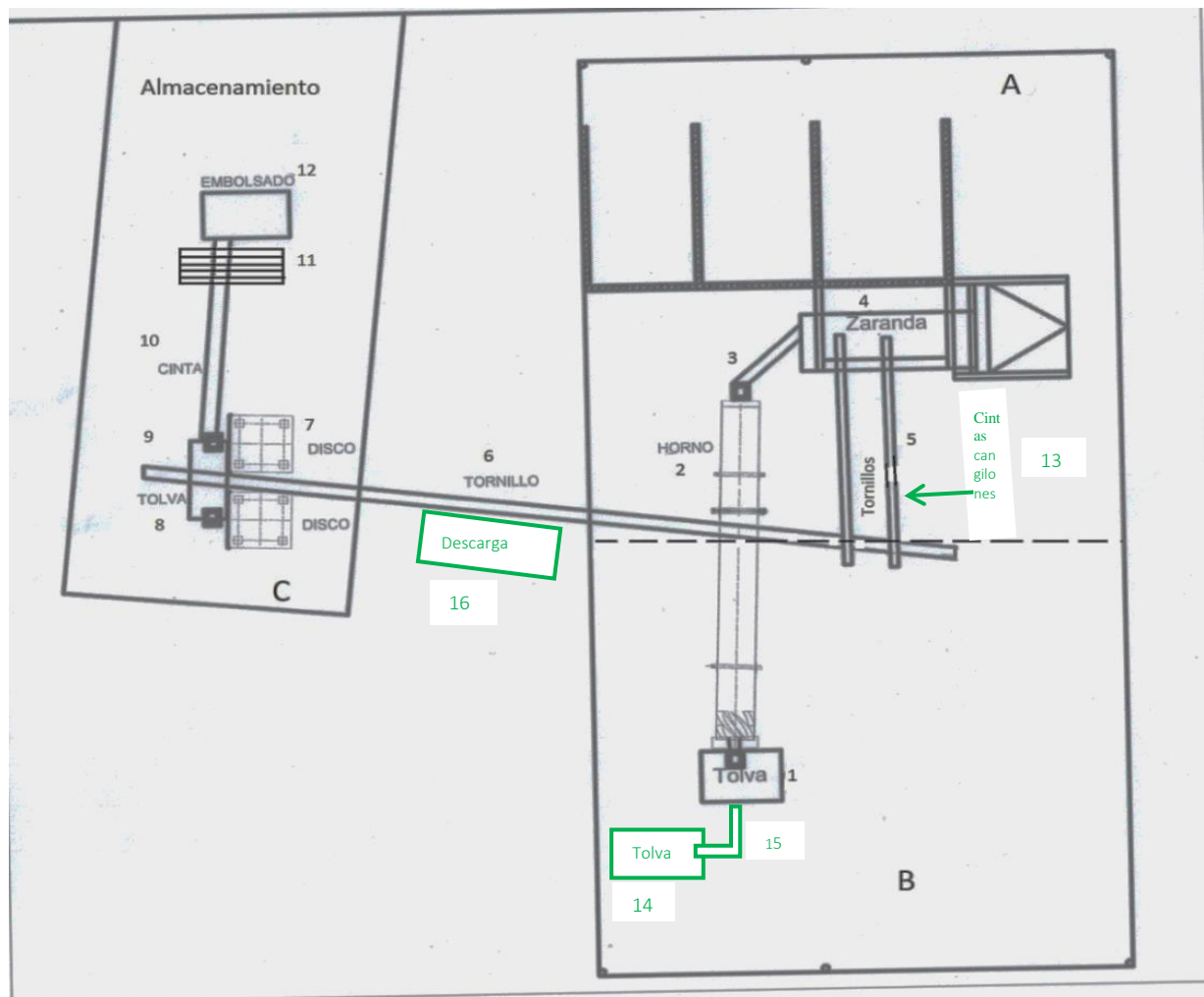
Una vez seleccionado este proyecto demostrativo, TRESOR planteó su interés en que Asilor S.A. continuara siendo la empresa vinculada al proyecto ya iniciado. Considerando la solicitud y las buenas referencias del proveedor, Asilor S.A. fue quien realizó el suministro y el servicio co-financiado con fondos de Biovalor, por valor de 102.724 USD (Tabla 1:). La descripción del equipamiento instalado en la nueva línea de producción y de las restantes inversiones realizadas en el marco del demostrativo se detallan en el ítem Anexo 1.

Tabla 1: Detalle de las inversiones realizadas según entidad responsable de su financiación.

Ítem	Inversiones	Responsable financiación	Sub-total (USD)
1	Instalación y puesta en marcha de la línea de producción	BIOVALOR	102.724
2	Instalación eléctrica para el correcto funcionamiento de la nueva línea		
3	Tornillo de traslado de compost y soportes		
4	Túnel de secado		
5	Zaranda vibratoria	T.RES.OR	291.000
6	Sistema de dosificación de líquido y sólido		
7	Tornillos elevadores, tolvas y soportes		
8	Obra civil		
9	Discos granuladores y túnel de secado del compost		
Total (USD)			393.724

Entre el año 2017 e inicios del 2020, se montó y puso en marcha la nueva línea de producción según el diseño de la Ilustración 5.

Ilustración 5: Croquis de nueva línea de producción de compost granulado - enriquecido/mejorado con nutrientes y/o semilla fina. *En verde las variantes implementadas al diseño original.*



Detalle de los componentes del diseño original:

1. Tolva de carga con moto-vibradores.
2. Horno de secado del compost, rotatorio equipado con quemadores y ciclón para extracción de polvo.
3. Cinta de carga a acondicionar (ya adquirida por TRESOR previo al llamado).
4. Tolvas bajo tromel giratorio de recolección de compost.
5. Tornillos elevadores de compost, con válvulas (sustituidos una vez puestos en marcha por cintas con cangilones, ítem 13).
6. Tornillo de traslado de compost hacia granuladores.
7. Discos granuladores (ya adquirida por TRESOR previo al llamado).
8. Tolva de descarga de discos.
9. Sistema de dosificación líquido y sólido.
10. Cinta de traslado (ya adquirida por TRESOR previo al llamado), a equipar con túnel de secado y paneles eléctricos, para el secado del fertilizante orgánico / orgánico mineral granulado y con campana de extracción de vapores.
11. Zaranda vibratoria.
12. Estación de embolsado, se colocan bolsas de bajo de cada una de las 3 salidas de la zaranda.

Sitio:

- A. Tinglado (ya existente en TRESOR previo al llamado).
- B. Tinglado anexo.

C. Galpón (ya existente en TRESOR previo al llamado).

Detalle de componentes instalados no previstos en el diseño original.

13. Cintas con cangilones (sustituyeron a los tornillos del ítem 5).

14. Tolva para la carga e ingreso del compost a la nueva línea.

15. Cinta con cangilones para alimentar la tolva del ítem 1.

16. Descarga instalada para carga de camiones a granel.

Tabla 2: Comparativa ANTES y DESPUES del demostrativo.

Antes de implementar el demostrativo	Después de implementar el demostrativo
<p data-bbox="113 510 794 548">Galpón "Sitio A y B en construcción" de Figura 4</p> 	<p data-bbox="801 510 1500 548">Galpón "Sitio A y B" construido, horno de secado (azul).</p> 
<p data-bbox="113 1025 794 1064">Galpón "Sitio C" de Figura 4</p> 	<p data-bbox="801 1025 1500 1093">Galpón Sitio "C" de figura 4: Discos granuladores, túnel de secado y zaranda vibratoria</p> 
<p data-bbox="113 1547 794 1585">Disco granulador guardado en galpón</p> 	<p data-bbox="801 1547 1500 1615">Galpón Sitio "C" de figura 4: Discos granuladores, túnel de secado y zaranda vibratoria</p> 

La puesta en marcha de la nueva línea de producción de TRESOR comprometida en el demostrativo, se finalizó en marzo de 2020, luego de realizar las variantes al diseño original que se entendieron necesarias. Las adecuaciones y modificaciones fueron implementadas por TRESOR y Asilor S.A. para el correcto funcionamiento de la nueva línea (ver Ilustración 6) según se detalla a continuación: Los tornillos elevadores de compost desde el trómel giratorio hacia la cinta de traslado a los granuladores, fueron sustituidos por cintas con cangilones.

- a) Se entendió necesario mecanizar el ingreso de compost al sistema, por lo que se adicionó una tolva de carga y cinta con cangilones al diseño original.

Ilustración 6: Sistema de carga de la nueva línea de producción.



El funcionamiento de la línea es valorado como satisfactorio por TRESOR, pero ineficiente por trabajar en “tandas”. A la fecha no se ha determinado el potencial de producción dado que se identifican mejoras a ser implementadas a corto plazo para facilitar la operativa e incrementar la eficiencia productiva.

Entre las mejoras de diseño a ser implementadas se destaca:

- a) Adecuar el sistema para que opere en flujo continuo, de modo de facilitar la operativa e incrementar la eficiencia de producción.

A nivel de equipamiento:

- a) Incorporar un trómel giratorio antes de la tolva de carga del horno.
- b) Evaluar la posibilidad de cambiar el sistema de secado de paneles eléctricos por secadores con GLP.
- c) Modificar el diseño para que pueda realizarse el cribado y carga de camiones a granel sin encender los componentes anteriores, horno de secado, cintas con cangilones.

El personal de la planta destinado a la operación de la nueva línea ha sido capacitado para realizar la nueva tarea y capitalizando conocimiento a través de su uso.

Se estima que una vez ajustada la nueva línea y operando en régimen, ocupará a 2 personas.

4.2.2 Productos

TRESOR ha realizado algunos ensayos de formulación de gránulo de compost enriquecido con nutrientes, así como también pruebas incorporando semilla fina (ver Ilustración 7).

Los resultados se valoran como satisfactorios. Tanto el fertilizante como la semilla se incorporan adecuadamente al compost y el gránulo se hidrata una vez en contacto con el agua.

A fines del presente año, no se han alcanzado aún los objetivos de producción planteados en la propuesta, pero sí se avanzó en el desarrollo de una formulación de compost granulado rico en fósforo, que sigue en etapa de desarrollo.

Determinaciones analíticas de la calidad de los gránulos han mostrado la necesidad de ajustar el sistema de extracción de humedad de los mismos.

Las pruebas agronómicas previstas para validar los nuevos productos, se realizarán una vez definidas las formulaciones comerciales, las realizará TRESOR en su huerta y también en predios de productores y/o en acuerdo con Institutos de Investigación o Universidades.

Ilustración 7: Compost granulado.



5 Anexo 1: Descripción de los componentes de la nueva línea

5.1 Horno de secado del compost

Características técnicas (Ilustración 5, punto 2):

- a) Construido en chapa 16.
- b) Diámetro 1.200 x 12.000 mm de largo.
- c) Capacidad: 1.5 lts/hora (retiro de humedad de 35% a 11%).
- d) Motor de 11 kW. Peso estimado 14.800 kg. Ciclón colector de polvo 7.5 kW. Quemador Riello, doble (para gas oil y gas).

5.2 Zaranda vibratoria

Utilizada para la clasificación del tamaño del granulo producido (Ilustración 5, punto 11), separa en 3 calibres distintos y tiene una capacidad de procesamiento de 2 m³ de material por hora.

5.3 Cinta con cangilones, tolvas y soportes

Existe una tolva de descarga del horno que carga al trómel giratorio (Ilustración 5, punto 2): dos tolvas de descarga (Ilustración 5, punto 4) ajustadas bajo el trómel giratorio, fabricadas en chapa de hierro de 2mm de espesor terminadas con pintura epóxica, tendrán 2 m de largo, 1,40 m de profundidad, 1,00 m de altura en forma de embudo.

Dos cintas con cangilones de salida y elevación del compost (uno para cada tolva) (Ilustración 5, punto 5), y los soportes necesarios para sujetar la estructura.

Ilustración 8: Vista de trómel giratorio (naranja) y de cinta con cangilones que eleva el compost cribado.



5.4 Sistemas de dosificación de líquido y sólido

Empleado para humedecer el compost y formar el gránulo. Así mismo cuenta con un sistema de dosificación de líquidos para el fertilizante mineral (que permita la disolución de fertilizante mineral sólido) y un sistema de dosificación de sólidos para el material a ser usado como secante (punto 9 de la Ilustración 5).

El sistema de dosificación líquido dispone de un tanque de mezcla de 200 lt de capacidad con agitador y dos bombas dosificadoras con aspersores de irrigación en cada disco granulador.

El sistema de dosificación de sólido tiene dos tolvas de $1/2 \text{ m}^3$ de capacidad con dos tornillos con moto-reductor y variador de frecuencia.

5.5 Discos granuladores:

Características técnicas de cada disco granulador (son 2) (Ilustración 5, punto 7):

- a) Modelo ZL.22
- b) Motor de 7.5 kW
- c) Volumen 2.2 m^3
- d) Velocidad de rotación: 13.6 r/min
- e) Tolvas de descarga incluidas (Ilustración 5, punto 8).

5.6 Túnel de secado del compost

Características técnicas túnel de secado (Ilustración 5, punto 10):

- a) Construido en chapa 16, de 5,50 m de largo, 0,80 m de ancho y 0,60 m de altura. Debe construirse con campana de extracción de vapores y chimenea con extractor eléctrico hacia el exterior del techo existente. El extractor deberá movilizar por lo menos 10 m^3 de aire por minuto.
- b) Paneles eléctricos, dos juegos de 6 paneles de 33 cm de largo, distribuidos en el túnel de secado.
- c) Paneles a una altura de 40 cm de la cinta transportadora.
- d) Consta de termostato que permite la regulación de la temperatura dentro del túnel.

5.7 Obra civil

Características técnicas del sitio B de la Ilustración 5.

- a) Losa: 15 cm de altura y 14 m de ancho x 15 m de largo, estructurada con micro fibras y terminación rústica, permite el tránsito de maquinaria pesada
- a) Tinglado: cubre el área de 210 m^2 , 15 m de largo adjunto al tinglado existente y 14 m de ancho; chapas de acero galvanizado, de 6 m de altura máxima con inclinación a 4,90 m de altura que descargará a un canalón de 0,25 m de ancho y 0,25 m de profundidad adjunto al tinglado existente.
- b) Cimientos para la maquinaria estática: se realizaron dados para la instalación del túnel de secado y equipamiento asociado.