

PLANTA DE BIOGÁS EN LA FARFANA

NADA SE PIERDE

Hasta los desechos de las aguas servidas se utilizan. Mediante avanzada tecnología el biogás disponible de La Farfana se convierte en gas residencial. Se trata de la primera planta de biogás en Sudamérica. Gas verde y renovable a partir de desechos domiciliarios. **TODO SE TRANSFORMA, NADA SE PIERDE.**

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT



FICHA TÉCNICA

PLANTA DE BIOGÁS EN LA FARFANA

Ubicación: Camino la Farfana s/n, Maipú

Clientes beneficiados: 32 mil usuarios de la RM

Mandante: Gestión y Servicios S.A., filial de Aguas Andinas

Socio Proyecto: Metrogas S.A.

ITO: RFA S.A

Constructora: HU

Ingeniería: SCS Engineering y Gamma Ingenieros S.A.

Primeras pruebas de equipos: Septiembre de 2008

Primer despacho a Metrogas: 10 de octubre de 2008

Inversión aproximada: \$ 3 mil millones
(Planta Biogás, Gasoducto y Fábrica de Gas)

E L GAS VERDE YA ES UNA REALIDAD. De todos los proyectos energéticos que involucran energías renovables no convencionales (ERNC), uno de los más novedosos entró en operación el 10 de octubre del 2008. Es la planta de purificación de biogás, perteneciente a la empresa Gestión y Servicios (GyS), filial de Aguas Andinas, construida en la planta La Farfana y que abastece de biogás a la distribuidora de gas Metrogas.

La distribuidora utiliza este recurso energético como materia prima para la producción de gas de ciudad (GC), combustible que actualmente se suministra a 32 mil clientes de Santiago y que constituyen aproximadamente un 10% de los usuarios de Metrogas. A raíz de la crisis en el abastecimiento de gas natural proveniente de Argentina, Metrogas evaluó fuentes alternativas de suministro. "En este contexto, el biogás generado en La Farfana se visualizó como una opción que supliría parte de este déficit", comenta Santiago Fredes, gerente general de Gestión y Servicios.

El biogás se extrae de rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas servidas y riles, minas de carbón y de la descomposición de biomasa de residuos industriales y agrícolas. En este caso, en La Farfana se depura cerca del 50% de las aguas servidas de la capital, siendo la descomposición de la materia orgánica uno de los procesos más importantes en su tratamiento. En condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno) y como producto de este proceso se genera un recurso llamado biogás, formado en gran parte por metano. Con esta nueva planta, se estima que cerca de 24 millones de m³ anuales de combustible se despacharán a la empresa Metrogas. El gas verde ya está en Chile.

El proceso

El proyecto contempló la construcción de una planta para purificar el biogás y 13,5 km de redes matrices para su transporte desde Maipú hasta la fábrica de Gas de Ciudad de Metrogas, en Estación Central, donde se construyó otra planta para realizar el tratamiento final del recurso. ¿Fácil? Para nada.

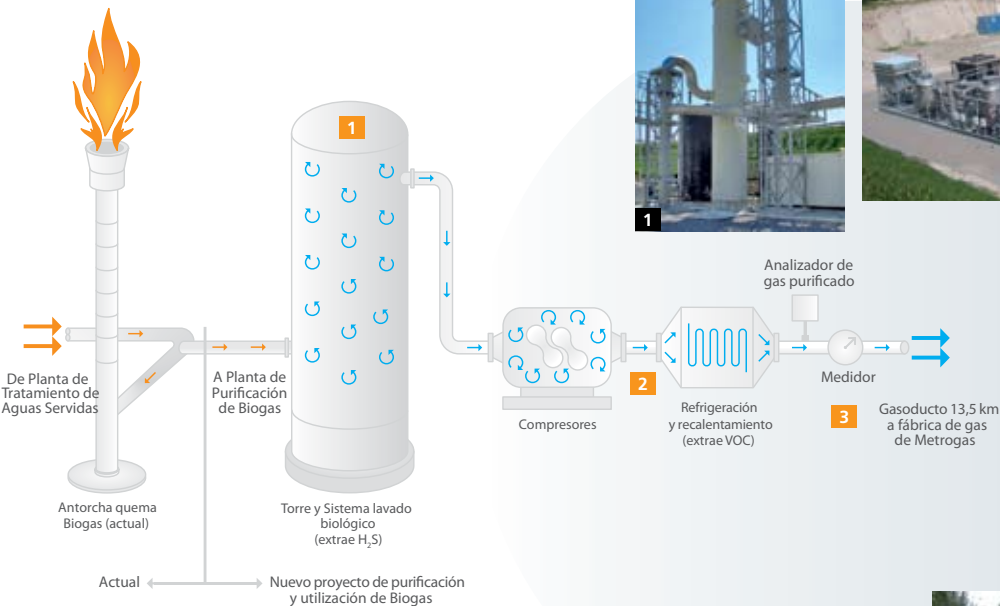
Hagamos historia. Los digestores de La Farfana, donde se produce a 35° C la digestión anaeróbica mesofílica, es decir la descomposición bacteriana de sólidos volátiles para generar biogás, cuentan con una capacidad anual de

producción de 30 millones de m³, de los cuales el 20% se reutiliza en las calderas para la generación de calor requerido en este proceso. ¿Qué se hacía con el resto? "El excedente, antes de la construcción de la planta de biogás, se quemaba en antorchas", indica Ian Nelson, gerente de gran-

Se mejoró el suelo, que es una pomacita, luego se colocó un emplantillado y finalmente zócalos de hormigón que son los que soportan los equipos.



GENTILEZA CONSTRUCTORA HU



PROCESO DEL BIOGÁS

1. De los digestores, el gas pasa a una torre de lavado.
2. En el área de secado y compresión se remueve la humedad y otros compuestos orgánicos volátiles.
3. Área donde se inyecta al gasoducto.
4. El gas llega a los equipos de la fábrica de Metrogas en Estación Central.

GENTILEZA AGUAS ANDINAS

des clientes de Metrogas.

Antes de abordar el proceso, se debe mencionar un primer obstáculo, ¿cómo lograr que dos plantas (La Farfana y Metrogas), ambas de gran sofisticación y operación crítica, se interconectaran y funcionarían coordinadamente para el aprovechamiento del biogás? "Si hay una falla en esta planta, comprometemos tanto a La Farfana como a Metrogas. Por lo tanto los sistemas de control se encuentran interrelacionados y comparten información para resguardar la seguridad de ambas instalaciones", indica Patrick Muñoz, Jefe de la Planta Biogás de La Farfana.

BONOS DE CARBONO

Enmarcada en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto, Gestión y Servicios y Metrogas emprendieron hace 16 meses, la tarea de conseguir que el proyecto obtuviese Créditos de Carbono (CERs), ya que la realización del proyecto conjunto, permite una reducción de metano, uno de los gases de efecto invernadero que se encuentra presente en el biogás. Para este efecto hubo que generar una nueva metodología, ya aprobada por la Junta Ejecutiva del MDL (NM0262: Biogenic methane use as Town Gas Factory feedstock and methane emission reduction of flare efficiency). "Estamos a la espera de la resolución final (registro) de nuestra propuesta, la que incluye como punto la sustitución de combustible fósil en fabricación del gas de ciudad", adelanta Santiago Fredes.

Lavado, deshidratación y compresión

Ahora sí, el proceso. En lugar de ser quemado en las antorchas como ocurría anteriormente, el biogás –o biometano– a través de cañerías subterráneas llega directamente a una planta de purificación, cuyo objetivo principal consiste en remover el ácido sulfhídrico (H₂S). Para lograrlo, atraviesa dos fases:

FASE 1: El biogás proveniente de los Biodigestores de La Farfana ingresa a la etapa de limpieza o purificación, compuesta por una torre de lavado o scrubber (columna de absorción), un reactor biológico y un sedimentador.

En la columna de absorción se realiza la eliminación del H₂S proveniente en la corriente gaseosa o biogás, aquí se lleva a cabo la transformación de la molécula gaseosa de H₂S a otra líquida de Sulfuro, utilizando una molécula de Hidróxido (H₂S + OH⁻ → HS⁻ + H₂O).

El reactor biológico tiene como función la oxidación bioquímica de las moléculas de Sulfuro (sustrato). Como producto del metabolismo se generan Hidróxidos libres que permiten el funcionamiento de la columna de absorción (HS⁻ + 1/2O₂ → Biomasa → S₀ + OH⁻). El Sulfuro absorbido es oxidado bioquímicamente a azufre elemental (S₀) utilizando el metabolismo de bacterias de la especie Thiobacillus (Biomasa). El azufre elemental producido es depositado en el sedimentador, para su posterior disposición final. Así, el sistema es capaz de remover un 95% del H₂S de la corriente gaseosa. La concentración de entrada del H₂S bordea, en promedio, 500 ppm de ácido sulfhídrico capaz de manejar un flujo variable desde 1.600 hasta un flujo de diseño de 4.175 m³/hora. Una vez efectuada la remoción, la concentración en el gas de salida no debe superar las 25 ppm.

"A pesar que tanto en El Trebal como en La Farfana existen torres de remoción del

MADE IN CHILE

Una iniciativa pionera en Chile es la primera Planta de Biogás para uso energético, ubicada en el Centro Educacional Agroalimentario de Negrete, Región del Biobío. La planta está compuesta por un biodigestor de 185 m³ (en la foto), y una cúpula superior flexible donde se almacena el biogás. Éste alimenta a un generador que lo transforma en energía eléctrica. La potencia de este motor es de 35 kw, eléctricos y 65 Kw térmicos, que generará 175 mil kWh/año eléctricos y 325 mil kWh/año térmicos, en 8 mil horas de operación anuales. La energía se utilizará para cubrir los requerimientos del Liceo y la lechería en materia de energía eléctrica y sustituirá el gas que se utiliza para calefacción del internado anexo al Liceo.

Hoy en día la planta está construida. Mientras el biodigestor está produciendo biogás, aunque no a total capacidad, aún no se genera energía eléctrica a la espera de tener operativos los establos y estar aprobado el permiso ambiental ante CONAMA. Más información en www.sepade.cl.



GENTILEZA SEPADE

Las primeras experiencias de biogás en Chile se realizaron en algunos de los planteles de cerdos de Agrosuper. Los purines contienen una importante cantidad de materia orgánica biodegradable. Este compuesto, transforma a los riles porcinos en un candidato ideal para alimentar el biodigestor donde se transforman en biogás.

Otra instalación única en el país, es la que acaba de implementar Industria Vínica, dedicada a la producción de tartrato de calcio, sus derivados y alcohol a partir de orujos y subproductos

de la industria vitivinícola. El proyecto fue llevado a cabo por un consorcio formado por la empresa de Ingeniería y Tecnología Ambiental Holistek y un estudio de ingeniería italiano. Las dificultades en este caso fueron mayores a las de los purines de cerdos por la complejidad del ril en términos de salinidad (un enemigo mortal para las bacterias), acidez y control de la temperatura. "El proyecto ya genera una gran cantidad de biogás cuyo uso actual es para la producción de vapor para abastecer los mismos procesos productivos de los riles, quedando para una segunda etapa la generación de energía eléctrica al servicio de la mismas instalaciones o para ser vendida a la red", cuenta Giovanni Castagna, director de Holistek.

Más información en www.holistek.cl.

H₂S, éstas sólo rebajan el contenido de H₂S en el biogás a 500 ppm, una cifra demasiado alta para ser utilizada en la Fábrica de Gas", comenta Francisco Negroni, gerente general de Gamma Ingenieros S.A., empresa que realizó la ingeniería en conjunto con SCS Engineering.

FASE 2: Del lavado, el biogás ingresa por una tubería aérea hasta la fase de deshidratación y compresión (unidad Crewe), donde se realizan dos procesos: el primero es eliminar el exceso de agua de la fase anterior y obtener biogás seco, el segundo consiste en comprimirlo para lograr la presión suficiente para transportarlo por el

gasoducto. "La presión de 15 milibares que genera La Farfana resulta muy baja como para su procesamiento y conducción, por ello necesitamos comprimirlo y elevarlo aproximadamente a 0,6 bar", indica Gerardo Muñoz, subgerente de negocios y tecnologías de energía de Metrogas.

La planta Crewe se compone de un primer estanque que retira el excedente de agua, donde el gas se eleva y el líquido decanta cayendo al drenaje. Luego accede al compresor. Del compresor sale una mezcla de gas con aceite comprimido, compuesto que entra a un segundo es-

¿Qué pasa cuando abres una puerta Masonite?



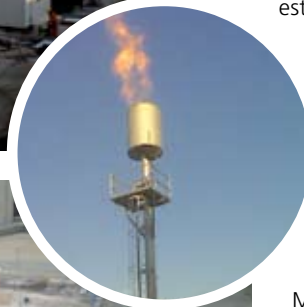
SERIES
ÁNGELES™

www.masonite.cl

Oficina Comercial: 56 (2) 7472012
Planta: 56 (43) 404 400
e-mail: puertas@masonite.cl



Panorámica de los primeros trabajos en octubre de 2008. Previo a la realización de este proyecto, el biogás generado en La Farfana se quemaba en su mayor parte en antorchas (ver detalle).



La mayoría de los equipos llegaron prearmados a terreno. En la imagen se muestra el sistema de compresión de la planta.

tanque donde se separan a través de filtros que capturan el aceite, para luego ser recirculado en el sistema, siendo nuevamente utilizado en los compresores. A continuación se aplica la deshidratación final al gas, que consta de un golpe de frío mediante un chiller que lo deja a 2° C, pasando por un intercambiador de calor que le extrae el exceso de agua, la que es conducida por intermedio de cañerías al primer estanque para ser eliminada al drenaje.

Tras el proceso de enfriamiento se alcanza un biogás con muy poca agua, pero muy frío. Un nuevo requisito para calentar el gas antes de inyectarlo al gasoducto consiste en elevarle la temperatura (con un intercambiador de calor).

Al término de la planta, existe un talud donde comienza el gasoducto de Metrogas que se extiende por 13,5 km hasta la planta de Estación Central. Está hecho en base a una tubería de polietileno de media densidad a 1 m de profundidad. Ahora sí, el biogás está en marcha.

Montaje crítico

Si bien no se trata de grandes estructuras, sí requirieron de una precisión especial. Lo más crítico de materializar fue el montaje y unión de la torre de lavado con la tubería de acero. Veamos por qué.

La torre de lavado, el elemento más alto de la planta, llegó seccionada en dos tramos de estructura de fibra que venía con su flange incorporado. Por otro lado, estaba la tubería de acero, que se conecta por ambos extremos a la torre de lavado. El gran reto era unir ambos elementos. "Se armaron independientes, pero al momento de ensamblarlos comenzaba el desafío mayor, ya que la conexión entre los dos flanges, el del estanque y el de la tubería, era la única zona de contacto de la fibra de la torre con el acero de la tubería, donde este último elemento no debe transmitirle esfuerzo al estanque", señala Waldo Quezada, administrador de obra de Constructora HU.

Complejidad que determinó la forma de abordar el montaje, armando los tramos de

tubería hasta el conector superior. Punto donde se sumó un nuevo obstáculo. Como existía la imposibilidad de cargar la torre, se dispuso una grúa de 60 t que la sostenía, mientras en el otro extremo un camión pluma, al que se le anexó un canastillo, soportaba al operario encargado de las maniobras de conexión de ambos elementos. "Como la tubería no podía descansar sobre la torre, quedó soportada en el interior de una estructura de acero", señala Quezada.

La logística de conexión subterránea también jugó un papel clave. Como las antorchas existentes estaban en operación, es decir, con biogás, sumado a que el proceso no podía detenerse por mucho tiempo, Metrogas ideó un procedimiento donde el gas producido por la planta se quemó en una antorcha, de manera que la constructora tuviese el tiempo necesario para unir la nueva tubería subterránea con la red existente.

La transformación

El Gas de Ciudad se distribuye en Santiago desde hace más de 150 años, al punto que la primera iluminación pública en la capital fue realizada con este recurso. En esa época el GC era hecho a partir de la gasificación del carbón para luego utilizar como materia prima el Nafta. La fábrica, ubicada en Estación Central, se modificó en los '60 para utilizar LPG y en los '80 para el biogás proveniente de los vertederos de La Victoria, Renca y Lo Errázuriz. Con la llegada del GN en 1997, se adaptó para que se pudiera utilizar este combustible.

"El biogás que sale de La Farfana, con un 60% metano y un 40% de dióxido de carbono aproximadamente, se traslada a la fábrica de gas de ciudad a través de un gasoducto de 13,5 kilómetros. Allí se somete a un último proceso de limpieza para remover fracciones de VOCs, siloxanos y residuales de H₂S que hayan quedado. Luego entra a un reactor dentro de la planta de gas y se convierte en gas de ciudad", indica Francisco Negroni. Entre un 70 a 80% del Gas Ciudad se puede manufacturar con biogás de las características del que viene de La Farfana y para el porcentaje restante es necesario utilizar GN o GLP.



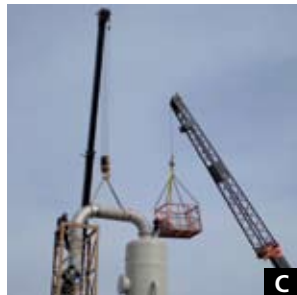
UNIÓN DE LA TORRE DE LAVADO CON LA TUBERÍA DE ACERO

A. La tubería de acero es sostenida por la grúa, mientras que un camión pluma con un canastillo sube a un operario hasta el punto de conexión.

B. Manualmente inserta la tubería sobre el flange de la torre de lavado.

C. Procede a unir las con los pernos de conexión.

D. Unión terminada de ambas estructuras.



GENTILEZA HU

En una segunda fase en estudio, bajo un tratamiento adicional, se realizaría un enriquecimiento del biogás en metano por eliminación de la fracción de dióxido de carbono para convertirlo en gas natural e inyectarlo directamente en las redes de distribución. "Este proceso se denomina metanización, y permitiría posicionar a Chile como un referente mundial en el aprovechamiento de re-

ursos renovables e implementación de nuevas tecnologías", indica Ian Nelson.

A futuro GyS podría replicar esta misma planta de biogás en otras plantas de tratamiento de aguas servidas, que funcionan con la tecnología de los digestores anaeróbicos y donde ya se están haciendo los estudios de factibilidad. El volumen de biogás disponible es variable en el año pero actual-

mente promedia 70 mil m³/día, equivalente a cerca de 40 mil m³/día de gas natural-, proyectándose que aumente en un 10 a 15% una vez que entre en funcionamiento la ampliación de La Farfana a través del proyecto Mapocho Urbano Limpio (MUL), hoy en implementación. Energía verde para Santiago, todo se recupera, nada se pierde. ■

www.gestionyservicios.cl; www.metrogas.cl

ARTÍCULO RELACIONADO

- "Planta de tratamiento de aguas La Farfana. Huele a nuevo. Revista BIT N° 62, Septiembre 2008, pág. 22.

- Más información y material multimedia en www.revistabit.cl

EN SÍNTESIS

La primera planta de biogás en Chile que permite la producción de gas residencial ha incorporado avanzadas tecnologías en limpieza y utilización de este recurso energético, que facilitará el desarrollo de futuros proyectos de similares características. El gran reto de su puesta en marcha contempló complejos procesos de remoción del H₂S y el montaje crítico de equipos.

BIT 69 NOVIEMBRE 2009 ■ 29

Líderes en Fundaciones Especiales

**CENTRAL TERMOELÉCTRICA
BOCAMINA II**
1.000 pilotes ejecutados
20.000 ml de perforación



- PILOTES
- MUROS PANTALLA
- MICROPILOTES
- ENSAYOS DE CARGA
- ANCLAJES
- INYECCIONES
- VIBROSUSTITUCIÓN
- MECHAS DRENANTES
- SOIL NAILING
- MEDIO AMBIENTE
- SONDAJES



Alonso de Córdova 5151,
Oficina 1401, Las Condes
Teléfono 437 2900

www.terratest.cl

GEPUC LANZA INNOVADOR SOFTWARE: LIVEPROJECTS IMPERA: Hacia el nuevo foco en la planificación de proyectos

Una adecuada planificación es la clave para el éxito de todo proyecto, sin embargo, la manera tradicional de hacerla no siempre considera todas las variables y toma como plazos, supuestos de alto grado de incertidumbre, lo que altera su normal desarrollo con continuas interrupciones, afectando toda la cadena de trabajo y, por ende, el cumplimiento de los plazos y ocasionando pérdidas económicas. Lo anterior ocurre porque se deja fuera de toda estimación, la preparación de las actividades previas al proyecto.

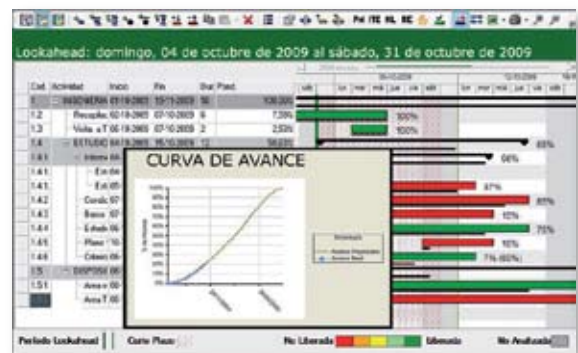
Para modificar este grave problema, presente en la mayoría de los proyectos se requiere agregar un nuevo elemento a la gestión de éstos: la generación de compromisos confiables. Para ello, existe un modelo llamado Last Planner™ (El Último Planificador), el cual ha venido aplicando de manera exitosa el Centro de Excelencia en Gestión de la Producción de la Universidad Católica de Chile GEPUC en importantes proyectos de diversas empresas nacionales y extranjeras. Este sistema permite perfeccionar la planificación y control de los procesos y se basa en la filosofía Lean de Gestión de la Producción, aplicada inicialmente por Toyota y por gran parte de las más destacadas empresas del mundo hoy en día.

Oscar Rojo, gerente comercial de GEPUC

explica “los atrasos no se producen por el incumplimiento directo de las actividades, si no por las esperas por información, solicitud y aprobaciones de permisos, elaboración de cotizaciones, consultas a terceros, ajustes de diseño, compra de materiales, disponibilidad de recursos y otros aspectos que normalmente no se consideran en los programas de trabajo”.

El ejecutivo es además uno de los ingenieros que ha desarrollado un soporte tecnológico basado en el sistema Last Planner™ llamado Liveprojects Impera. El software nace de su antecesor P+C, que ha contado con financiamiento de Innova Chile de CORFO, para su concepción, diseño y desarrollo “nuestro software aplica nuevas lógicas de trabajo en la gestión de proyectos, ya que planifica los compromisos de las personas junto a la identificación y gestión de sus restricciones, atacando problemáticas hasta ahora no abordadas por otras tecnologías”, afirma Oscar Rojo.

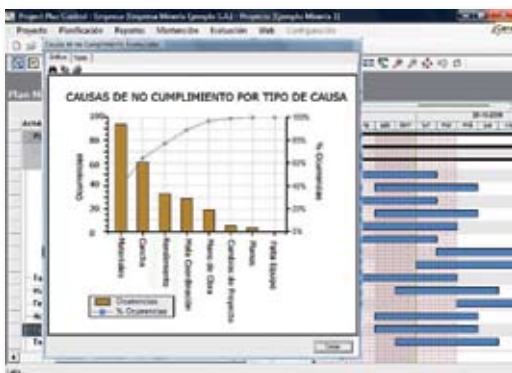
El mercado tradicional ofrece softwares que no incluyen la participación de todos los actores relevantes de un proyecto y no entregan análisis predictivos; más bien muestran un impacto cuando ya ha ocurrido. En cambio, Liveprojects Impera proporciona seguimiento y control de las restricciones para ejecutar actividades, además de curvas de avance, programas semanales, causas de no cumplimiento, indicadores, planes de trabajo, porcentaje de avances totales y por zonas o sectores para controlar cada aspecto del proyecto en su totalidad. También almacena información histórica de un proyecto en particular o de otros emprendidos por una em-



presa, con todos los beneficios que esto involucra. Cuenta con una plataforma Web y otra Desktop, dos mundos que conectan, permanentemente, desde cualquier parte y en tiempo real, a todo interesado en revisar el estado de avance del proyecto, un aspecto muy útil para las compañías.

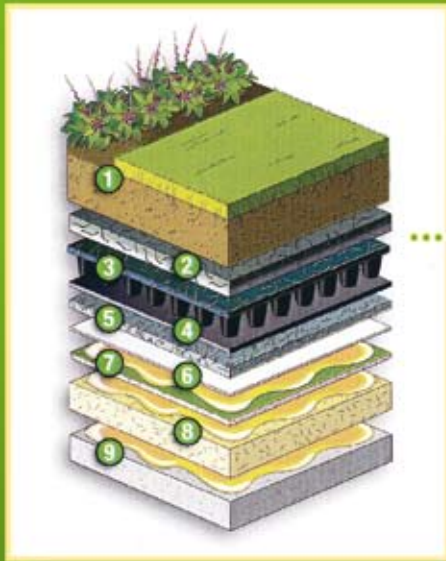
IMPERA transforma la planificación y gestión en el eje principal de desarrollo lo que permite manejar la incertidumbre y variabilidad propia de los proyectos. Estudios de GEPUC han detectado que IMPERA disminuye plazos, costos y aumenta la productividad en los proyectos y empresas. Hoy el mercado requiere empresas que marquen la diferencia, que agreguen valor al producto final. Live Projects, a través de IMPERA gestiona los factores claves para el cumplimiento de metas y objetivos de los proyectos logrando mejores resultados en plazos, costos y calidad.

Liveprojects Impera
www.gepuc.cl
Fono 354 70 50



Roof Garden

¡VALORICE SU PROYECTO! Transforme los m² de cubierta por una terraza o jardín.



Son sistemas de múltiples capas que permiten mantener las edificaciones:

- ▷ Protegidas de la humedad.
- ▷ Libres del calor intenso.
- ▷ Proporcionando un medio ideal para que las plantas crezcan sanas y fuertes.



Sistema Mediano

- 1 Medio de crecimiento
- 2 Filtro retenedor de la humedad
- 3 Filtro y Drenante
- 4 Geomembrana HDPE antirraíz de Carlisle
- 5 Geotextil de protección a los agentes corrosivos y al punzonamiento
- 6 Membrana completamente adherida de EPDM reforzado de 1,14 mm o TPO reforzado de 1,14 mm
- 7 Pegamento adhesivo 90-8-30A de Carlisle
- 8 Aislación térmica
- 9 Sustrato

Av. Pedro de Valdivia 2319 Providencia / Santiago - Chile
 Tel. (56 -2) 7998799 Fax. (56 -2) 3715101
 Para mayor información: asistenciatecnica@asfalchilemobil.cl
www.asfalchilemobil.cl

ASFALCHILE TEP
 IMPERMEABILIZANTES Y REVESTIMIENTOS

CARLISLE
 Representante en Chile de

anwo.cl

Aire Acondicionado

Conozca nuestra amplia gama de productos para la climatización



SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGÍA

- Stock permanente de repuestos
- Elegantes diseños
- Tecnología de punta

Venta a través de Instaladores - Distribuidores



EMPRESA CERTIFICADA

Casa Matriz: Panamericana Norte N° 17.001, Kilómetro 17 - Colina - Santiago / **Sucursal Oriente:** Los Orfebres N° 380 - La Reina - Santiago, Tel.: (56 2) 731 0000 - Fax: (56 2) 273 1101
Sucursal Concepción: Camino a Penco N° 3036-A, Galpon D-2, Tel.: (56 41) 262 1900 / **Sucursal Temuco:** Camino al Aeropuerto Maquehue s/n, Tel.: (56 45) 953 900.