

PRACTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA  
GENERAL DE EQUIPOS DE COLOMBIA S.A. – GECOLSA

ADRIANA MILENA PÉREZ RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BUCARAMANGA  
2008

PRACTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA  
GENERAL DE EQUIPOS DE COLOMBIA S.A. – GECOLSA

ADRIANA MILENA PÉREZ RODRÍGUEZ

Informe final de la práctica empresarial  
desarrollada en GECOLSA presentado como  
requisito para optar al título de  
Ingeniera Electrónica

Supervisor: UPB B/ga  
Ing. Jhon Jairo Padilla.

Supervisor: GECOLSA  
Ing. Rodrigo Rueda.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA  
BUCARAMANGA  
2008

Nota de aceptación

---

---

Presidente del Jurado

---

---

Jurado

---

Jurado

---

---

## Dedicatoria

Dedico este trabajo a las personas que más quiero en el mundo: Mis padres Ángel Silvestre Pérez N, Gloria Inés Rodríguez P. y a mi hermana Viviana Marcela Pérez R, quienes me ayudaron con su apoyo incondicional para poder hacer realidad este sueño. No existen las palabras que logren expresar lo mucho que les quiero agradecer.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme siempre fuerzas para superar los obstáculos que se presentaron durante la carrera, y lograr esta nueva meta.

A mis padres por su entrega y dedicación que me han enseñado tanto, a mi abuelita por ser el ejemplo del amor eterno y a Vivis por hacernos sonreír a todos...

A mis amigos que han pasado y a los que se han quedado por que han sido parte de mi vida y de alguna forma me han enseñado el verdadero sentido de esta; Karen, Javi, Leydy, Angie, Juan... y a todos mis compañeros de carrera que siempre luchamos juntos para lograr este triunfo.

A mis profesores y profesoras que me enseñaron más que números y letras, a Maria Ximena por la experiencia que viví con el PAC que muchos beneficios me ha traído.

Al Ingeniero Rodrigo Rueda, por la orientación prestada para realizar este trabajo de la mejor manera, y a todos mis compañeros de GECOLSA quienes siempre me ayudaron a desarrollar las actividades de la empresa.

A todas las personas que compartieron alguna partecita de su vida en este largo camino, sólo les quiero decir mil gracias...

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
1. DESCRIPCION DE LA EMRESA	2
1.1 GENERAL DE EQUIPOS DE COLOMBIA S.A	2
2. OBJETIVOS	3
2.1 GENERAL	3
2.2 ESPECIFICOS	3
3. PLAN DE TRABAJO PROPUESTO	5
4. MARCO TEORICO	6
4.1 SATELITES ARTIFICIALES	6
4.1.1 Satélites geoestacionarios (GEO)	6
4.1.2 Satélites de órbita baja (LEO)	7
4.2 SISTEMA ORBCOMM	8
4.2.1 El Segmento Espacial	9
4.2.2 El Segmento Terrestre	9
4.2.3 Elementos básicos del servicio	9
4.3 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL	10
4.3.1 Características técnicas y prestaciones	11
4.3.2 Funcionamiento	11
4.3.3 Integración con telefonía móvil	12
4.4 GENERALIDADES PRODUCT LINK	12
4.5 VISION GENERAL DEL SISTEMA	16
4.5.1 Información de la antena	18
4.5.2 Beneficios	18
4.6 ¿QUÉ ES EQUIPMENTMANAGER?	19
4.6.1 Generalidades	19
4.6.2 Monitoreo Básico – Asset Watch	20
4.6.3 Monitoreo de Mantenimiento – Maintenance Watch	20
4.6.4 Monitoreo de Signos Vitales – Health Watch	21
5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO	22
5.1 FAMILIARIZACION CON EL PRODUCT LINK (PL 121SR / PL 321SR EQUIPMENTMANAGER	22
5.1.1 Pasos para manejar el EquipmentManager	23
● Monitoreo Básico – Asset Watch	27
● Monitoreo de mantenimiento – Maintenance Watch	28
● Monitoreo de signos vitales – Health Watch	29

5.1.2	Familiarización con el Product Link (Arquitectura)	34
	● PI 121 SR Radio	34
	● PI 300 Elec Cont Module (ECM)	35
	● Antenas	36
	● Antena Bracket	37
	● Cables – Harnesses Radio y ECM	38
	● Harnesses de Conversión	39
	● Conexión para maquinaria con PL 121 SR	39
	● Conexión para maquinaria con PL 321 SR	50
	● Forma correcta de instalación de la antena	40
	● Formas incorrectas de instalar las antenas	42
	● Instalación del módulo en la maquinaria	43
5.1.3	Software de instalación y configuración del módulo del Product Link ( PL 121SR / PL 321 SR)	44
	● Selección del adaptador	45
	● Conectar a la maquina	46
	● Registro del Product Link	47
	● Verificar mensajes Queue	50
	● Verificar los parámetros del Status	51
	● Verificar la información satelital	52
	● Confirmar el registro	52
5.2	SUPERVICION Y MONITOREO DE ADQUISICION DE DATOS DE LA MAQUINARIA DE CATERPILLAR	53
5.3	INFORMACION INGRESADA A LA BASE DE DATOS DBS	59
5.4	EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE LA MAQUINARIA DE CATERPILLAR	61
5.4.1	Para las Plantas eléctricas de Caterpillar	61
5.4.2	Evaluación de la Planta eléctrica enviada al cliente	62
5.4.3	Para la Maquinaria de Caterpillar	65
5.4.4	Evaluación de la Maquinaria de Caterpillar enviada al cliente	66
6.	METODOLOGIA UTILIZADA	69
7.	APORTES AL CONOCIMIENTO	83
8.	CONCLUSIONES	85
9.	RECOMENDACIONES A LA EMPRESA	88
	BIBLIOGRAFIA	89
	ANEXOS	90

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	1.	Segmentos operacionales	8
FIGURA	2.	PL121SR---Radio	13
FIGURA	3.	Esquemático, PL121SR	14
FIGURA	4.	PL300 ECM	14
FIGURA	5.	Esquemático, PL321SR	16
FIGURA	6.	Comunicación satelital	17
FIGURA	7.	Transmisión de datos del Product link	22
FIGURA	8.	Página de acceso a las herramientas de GECOLSA	23
FIGURA	9.	Página de Usuario y la clave de acceso al EquipmentManager	24
FIGURA	10.	Presentación del EquipmentManager	24
FIGURA	11.	Resumen de suceso	25
FIGURA	12.	Búsqueda de equipo	26
FIGURA	13.	Niveles de alarma	26
FIGURA	14.	Menú del EquipmentManager	27
FIGURA	15.	Visualización del Localizador y medidor de servicio	27
FIGURA	16.	Historial de localización y mapa de ubicación	28
FIGURA	17.	Mantenimiento planificado	29
FIGURA	18.	Signos vitales	29
FIGURA	19.	Resultado del combustible	30
FIGURA	20.	Historial del combustible	30
FIGURA	21.	Gráfico del combustible	31
FIGURA	22.	Códigos de falla	31
FIGURA	23.	Historial de código de fallas	32
FIGURA	24.	Informe de usos de producto	33
FIGURA	25.	Gráficas de resumen del uso del producto	33
FIGURA	26.	Resultados de resumen de proceso	34
FIGURA	27.	PL 121 SR radio	35
FIGURA	28.	PL 300 ELEC CONT MODULE (ECM)	36
FIGURA	29.	Antenas	36
FIGURA	30.	Información antenas	37
FIGURA	31.	Antena bracket	38
FIGURA	32.	Cables – harnesses radio y ECM	38
FIGURA	33.	Harnesses de conversión	39
FIGURA	34.	Conexión para maquinaria con PL 121 SR	39
FIGURA	35.	Conexión para maquinaria con PL321SR	40
FIGURA	36.	Antena instalada sobre una superficie plana (Horizontal)	41

FIGURA	37.	Fotos de la forma correcta de instalar las antenas	41
FIGURA	38.	Antenas instaladas sin superficie	42
FIGURA	39.	Fotos de la forma incorrecta de instalar las antenas	42
FIGURA	40.	Modulo instalado PL 321 SR	43
FIGURA	41.	Foto del cable de control DATA LINK	44
FIGURA	42.	Panel de control del software	45
FIGURA	43.	Menú Utilities	45
FIGURA	44.	Menú Communication	46
FIGURA	45.	Interfaz de conexión CAT ET	46
FIGURA	46.	Opción Product link	47
FIGURA	47.	Menú Service	47
FIGURA	48.	Cuadro de registro de información.	48
FIGURA	49.	Cuadro de diálogo 1 CAT Electronic Techician 2007 V.1	48
FIGURA	50.	Cuadro de diálogo 2 CAT Electronic Techician 2007 V.1	49
FIGURA	51.	Cuadro de diálogo 3 CAT Electronic Techician 2007 V.1	49
FIGURA	52.	Menú Information	50
FIGURA	53.	Menu Message Queue	50
FIGURA	54.	Menu Status Parameters	51
FIGURA	55.	Menu Satelite Information	52
FIGURA	56.	Módulo registrado	53
FIGURA	57.	Foto del camión de HOLCIM – Planta Nobsa	53
FIGURA	58.	Menu localización y medidores de Servicio	54
FIGURA	59.	Datos de ubicación de la máquina	54
FIGURA	60.	Menu resumen de suceso	55
FIGURA	61.	Menu Mantenimiento Planificado	55
FIGURA	62.	Planificador	56
FIGURA	63.	Listado de códigos de falla con alta prioridad	56
FIGURA	64.	Códigos de fallas1	57
FIGURA	65.	Códigos de fallas2	58
FIGURA	66.	Códigos de fallas3	59
FIGURA	67.	Icono para ingresar al DBS.	59
FIGURA	68.	Descripción de licencia de Software	60
FIGURA	69.	Menús ejecutados en el DBS	60
FIGURA	70.	PM MENU	61
FIGURA	71.	Lista de Chequeo del mantenimiento de la planta eléctrica	62
FIGURA	72.	Informe Técnico de mantenimiento a Planta Eléctrica para clientes	64
FIGURA	73.	Lista de Chequeo de mantenimiento 750 hrs de Retrocargadora 420E	65
FIGURA	74.	Informe Técnico de mantenimiento a Retrocargadora 420E para clientes	67
FIGURA	75.	Resultado de muestra de aceite motor	68

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	Cronograma de Actividades desarrolladas en la empresa	70
TABLA 2.	Actividades desarrolladas: identificación software	71
TABLA 3.	Actividades desarrolladas: Monitoreo de Equipos y actualización base de datos DBS	72
TABLA 4.	Actividades desarrolladas: Identificación equipos y software del ProductLink	73
TABLA 5.	Actividades desarrolladas: Supervisión equipos mediante software EquipmentManager (Camión MOD 773F SN EED00618 HOLCIM)	73
TABLA 6.	Actividades desarrolladas: Aplicación software CAT ET(Electronic Technician 2007 V1.1), configuración comunicación satelital	75
TABLA 7.	Actividades desarrolladas: Investigación Transmisión de datos ProductLink al satélite y Evaluación de estado de equipos de acuerdo informe técnico	75
TABLA 8.	Actividades desarrolladas: Aplicación software EquipmentManager, monitoreo nuevos equipos, iniciación elaboración manual de usuario	76
TABLA 9.	Actividades desarrolladas: Supervisión y monitoreo de maquinaria Caterpillar por software aplicado	77
TABLA 10.	Actividades desarrolladas: Identificación de problemas en la maquinaria Caterpillar previos a mantenimientos e informe a Técnicos de ejecución	78
TABLA 11.	Actividades desarrolladas: Evaluación del mantenimiento de maquinaria con informe técnico de problemas superados	79

TABLA 12.	Actividades desarrolladas1: Control y monitoreo de Mantenimiento maquinaria Pesada Caterpillar a empresas (Acerias Paz del Río , HOLCIM); Electrogeneros(Plantas Eléctricas) a empresas (PANAMERICANA, GLAXO)	80
TABLA 13.	Actividades desarrolladas2: Control y monitoreo de Mantenimiento maquinaria Pesada Caterpillar a empresas (Acerias Paz del Río , HOLCIM); Electrogeneros(Plantas Eléctricas) a empresas (PANAMERICANA, GLAXO)	81
TABLA 14.	Actividades desarrolladas: Evaluación, mantenimiento, control y monitoreo a equipos nuevos (maquinaria Pesada y Plantas Eléctricas). Entrega manual usuario.	82

## GLOSARIO

**ALTITUD:** Es la distancia vertical de un origen dado, considerado como nivel cero, para el que se suele tomar el nivel medio del mar.

**BROADCAST:** Difusión, es un modo de transmisión de información donde un nodo emisor envía información a una multitud de nodos receptores de manera simultánea, sin necesidad de reproducir la misma transmisión nodo por nodo.

**COMUNICACIÓN:** Proceso de transmisión y recepción de ideas, información y mensajes. En los últimos 150 años, y en especial en las dos últimas décadas, la reducción de los tiempos de transmisión de la información a distancia y de acceso a la información ha supuesto uno de los retos esenciales de nuestra sociedad (véase Revolución de la información).

**C.S.A:** Customer Service Agreement, Acuerdos de Servicio con el Cliente, Acuerdos de mantenimiento desde el más simple, pasando por acuerdos de mantenimiento y reparación, hasta acuerdos de funcionamiento del equipo a todo costo.

**ECM:** (Electronic Control Module), Módulos de Control Electrónico son subsistemas que constan de una variedad de CPUs, señales de insumos y productos dedicados a controlar un componente dentro del Equipo. Se extienden en la complejidad de un motor de la Unidad de Control que se ocupa de la lógica de la gestión del tren de potencia de la eficiencia del sistema, a un antibloqueo de frenos (ABS), control de la unidad que supervisa la velocidad del vehículo y de líquido de frenos, a un simple organismo que controla el módulo automático Cerraduras de puertas o ventanas de energía. En muchos casos, estos módulos se comunican entre sí a través de protocolos tales como CAN, LIN, J1850 y J1959.

**EFEMERIDES:** Son un conjunto de datos astronómicos relativos a las posiciones de cuerpos de astros fundamentalmente de cuerpos del sistema solar o satélites de la tierra o de los demás planetas, en diferentes instantes. Estas posiciones se pueden expresar en distintas coordenadas fundamentalmente coordenadas ecuatoriales o coordenadas eclípticas.

**HUB:** Concentrador, es un equipo de redes que permite conectar entre sí otros equipos y retransmite los paquetes que recibe desde cualquiera de ellos a todos los demás. Los hubs han dejado de ser utilizados, debido al gran nivel de colisiones y tráfico de red que propician.

**KEPLERIANOS:** Los Elementos Keplerianos son datos numéricos que sirven para fijar la órbita y por consiguiente, determinar la posición del satélite en el espacio en un momento dado ( $T_0$ ). Atendiendo puramente a la mecánica orbital y las leyes de Kepler, seis son los "números" que se necesitan para definir la órbita de un satélite, los tres primeros (Inclinación, RAAN y Arg. Perigeo) definen la órbita Kepleriana en un espacio 3D y de los tres restantes (Excentricidad, Movimiento Medio, Anomalía Media) los dos primeros definen la forma y el tamaño de la órbita, otros modelos keplerianos usan para definir la forma y el tamaño la "excentricidad" y el semieje mayor "a" de la elipse; el tercero (Anomalía Media) posiciona el satélite dentro de su órbita en el momento observado.

**LATITUD:** Distancia angular entre cualquier punto de la tierra y el paralelo 0 o ecuador. Puede ser Norte o Sur. Se mide en grados varía entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$  (norte) y entre  $0^\circ$  y  $-90^\circ$  (sur).

**LONGITUD:** En cartografía, longitud es la coordenada Este-Oeste utilizada para expresar una ubicación geográfica.

**MAEMO:** Es una plataforma de desarrollo para los dispositivos Handheld. Es utilizado por Nokia 770 Internet Tablet y sus sucesores, Nokia N800, Nokia N810 y Nokia 880.

**MONITOREO:** Es la medición de una variable física que se considera representativa de la condición del equipo y su comparación con valores que indican si el equipo está en buen estado o deteriorado.

**SMU:** Unidades de medida del servicio.

**S.O.S:** Sigla utilizada en Gecolsa que significa, análisis programado de aceites, este análisis permite diagnosticar problemas potenciales en motor, transmisión, mandos finales y sistemas hidráulicos evitando que pequeños problemas se conviertan en grandes fallas.

**TRIANGULACION:** Consiste en averiguar el ángulo de cada una de las tres señales respecto al punto de medición. Conocidos los tres ángulos se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada reales del punto de medición.

## **RESUMEN**

**PRACTICA EMPRESARIAL GENERAL DE EQUIPOS DE COLOMBIA S.A.  
ADRIANA MILENA PEREZ RODRIGUEZ  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA  
ALEX ALBERTO MONCLOU SALCEDO  
PALABRAS CLAVES: PRODUCTLINK, EQUIPMENTMANAGER, MONITOREO  
CONDICIÓN, TECNOLOGÍA INALÁMBRICA, MÓDULO  
CONTROL ELECTRÓNICO, SATÉLITE**

El objetivo general de la práctica se basa en aplicar el conocimiento teórico adquirido en la universidad dando soluciones a problemas observados como resultado de la supervisión que GECOSLA aplica a la maquinaria que adquiere y vende de la firma CATERPILLAR, e igualmente adquirir conocimiento práctico de la aplicación del monitoreo por condición de los equipos comercializados por GECOLSA, identificando el software de monitoreo EquipmentManager, software de instalación conociendo su manejo a través de módulos de control, que envían la señal en aplicación a tecnología inalámbrica a través de un satélite que facilita el manejo de la información para identificar las fallas técnicas que vienen presentando los equipos monitoreados.

El logro de los objetivos propuestos en el trabajo de grado se obtiene con aplicación de una metodología cualitativa la que permite su desarrollo en la secuencia de pasos previamente organizados y descritos en un cronograma de actividades semanales que permite el control de ejecución y orienta los informes quincenales y bimensuales presentados a la universidad.

Básicamente el contenido del trabajo de grado muestra el desarrollo de actividades aplicadas a solución de problemas, que pueden presentar los equipos nuevos ofrecidos por GECOLSA y que ameritan un mantenimiento permanente y como resultado de la garantía que se ofrece a dichos equipos, en tal sentido en el desarrollo de la práctica se logró identificar tanto el software y el hardware de monitoreo por condición implementado con el "ProductLink". Así mismo las actividades descritas en el trabajo muestran el interés en investigación de la operatividad del monitoreo por condición que amplían el conocimiento, evaluación del estado de equipos y aplicación del Software referido. Como resultados obtenidos, la máquina estuvo disponible más tiempo, los costes de operación bajaron y la rentabilidad general de la inversión en el equipo fue más alta.

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## **ABSTRACT**

**BUSINESS PRACTICES GENERAL EQUIPMENT COLOMBIA S.A. GECOLSA  
ADRIANA MILENA PEREZ RODRIGUEZ  
ELECTRONICS ENGINEER**

**ALEX MONCLOU ALBERTO SALCEDO**

**KEYWORDS: PRODUCT LINK, EQUIPMENT MANAGER, MONITOR BY  
CONDITION, WIRELESS TECHNOLOGY, ELECTRONIC  
CONTROL MODULE, SATELLITE COMMUNICATOR**

The general objective of the practice lies in the employ of the theoretical knowledge acquired at the university, giving solutions to observed problems as a result of the supervision that GECOLSA applies to the machinery which is traded with the firm CATERPILLAR, and likewise, it lies in the obtain of the practical knowledge of the monitor-by-condition application of the equipment traded by GECOLSA, identifying the monitoring software EquipmentManager and the installation software recognizing its operation through control modules, which send the signal invoking the wireless technology within a satellite system that improves the information management in order to identify technical failures seen in the monitored equipment.

The achievement of the established objectives in the thesis is obtained by means of a qualitative methodology which allows its development inside a sequence of previously planned steps that are described on a weekly activity chronogram, which at its own time, enables the execution control and guides the half-month and the bimonthly reports submitted to the university.

Basically, the thesis contents shows the development of activities applied to the problems solving, problems that may appear in the new equipment offered by GECOLSA, and these problems deserves constant maintenance by means of the warranty for such equipment. In this rationale, through the practice development it was possible to identify the monitor-by-condition software and hardware implemented with ProductLink. This way, the described activities at this thesis shows an interest for an investigation about the monitor-by-condition operability, activities that enlarge the knowledge, the equipment estate testing and the implementation of the reviewed software. As obtained results, the equipment is available for a longer time, the operation cost is low-priced and the overall profitability of the equipment investment rose.

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## INTRODUCCION

En las siguientes páginas de este informe final se encontrará información general sobre las comunicaciones satelitales, el sistema de posicionamiento global, y las aplicaciones que estos avances han tenido en la transmisión de datos en los equipos electrónicos de maquinaria pesada que se encuentran en GECOLSA, monitoreados con el ProductLink.

Además en el informe se desarrollará una descripción sobre las actividades realizadas en la práctica empresarial con GECOLSA, en la que se aplicó el conocimiento adquirido en la academia, sobre el sistema de transmisión de datos de nueva generación de CATERPILLAR (ProductLink), que cuenta con un comunicador satélite (PL121SR) y un módulo de control electrónico aparte (PL300 ECM) que en conjunto permiten acceder a la información de la máquina desde la sede central ubicada en Bogotá y poder monitorear el estado de la máquina, mediante la aplicación EquipmentManager; que además permite diagnosticar y evaluar el equipo de acuerdo a los resultados mostrados de mantenimientos técnicos realizados a los equipos.

Una de las partes más significativas de este Informe final es la descripción del manejo del Software CAT Electronic Technician 2007 V1.1, las evaluaciones realizadas a los equipos electrónicos de Caterpillar y el manejo de la Base de datos DBS, aplicaciones de los modernos sistemas de comunicaciones Satelitales implementadas en la empresa GECOLSA descritos en el marco teórico.

La experiencia adquirida en esta empresa permitió dar un punto de vista al respecto de la unión de la tecnología satelital y las redes de comunicación terrestres, pues indudablemente hoy en día es uno de los grandes retos del siglo XXI, ya que su consolidación ha permitido el desarrollo de nuevos productos que han sido de gran interés para las empresas en general, como en el caso de Caterpillar que implementó este moderno sistema de comunicación satelital en sus equipos de maquinaria pesada con el ProductLink.

El hecho de haber realizado la práctica con GECOLSA permitió desarrollar potenciales personales tales como creatividad seguridad y destreza, relacionados con la disciplina y la Ética profesional.

## 1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

### 1.1 GENERAL DE EQUIPOS DE COLOMBIA S.A. – GECOLSA

GECOLSA se basa en la comercialización y alquiler de equipos para construcción de obras públicas, minería, pavimentación, manejo de materiales, petróleos, transporte, agricultura y generación de energía con tecnología de avanzada y respaldo.

Por más de 75 años, Gecolsa (anteriormente General Electric de Colombia), una compañía hermana de Energy International, ha sido el distribuidor de Caterpillar® para Colombia. En los primeros años de los '90 Caterpillar predijo la importancia de motores y generadores al futuro del negocio. En respuesta, Gecolsa inició su División de Energía y Industria.

En 1995 Caterpillar adquirió MaK Motoren y comenzó a mercadear los motores grandes de velocidad mediana - Medium Speed Engines (MSE). Las divisiones de Caterpillar utilizaron varias estrategias de comercialización para penetrar el mercado de "plantas eléctricas grandes". Consecuentemente, Gecolsa fue elegida como una de las pocas distribuidoras con el interés, la experiencia y los conocimientos técnicos capaz de desarrollar este esfuerzo y fue elegida distribuidora principal para proyectos de motores de velocidad mediana (Project Lead Dealer - MSE projects).

Como consecuencia de esta iniciativa, a principios de 1998, Gecolsa decidió establecer una nueva compañía independiente de propósito especial.

Hoy GECOLSA, (GENERAL DE EQUIPOS DE COLOMBIA S.A.) es una empresa independiente que comercializa y alquila equipos para construcción de obras públicas, minería, pavimentación, manejo de materiales, petróleos, transporte, agricultura y generación de energía con tecnología de avanzada y respaldo.

La relación directa con el de trabajo realizado en esta empresa, fue en el manejo de monitoreo por condición de los equipos Caterpillar®, utilizando el PRODUCT LINK, (Hardware), y el EquipmentManager (Software), como herramientas de un sistema de transmisión de datos de nueva generación montados en la máquina con el fin de recopilar y llevar un control de diferentes tipos de información de la maquinaria. Desde la ubicación de esta, las horas de servicio, el estado de la máquina y su productividad.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 GENERAL**

Realizar una práctica empresarial en GECOLSA, que permita desarrollar, aplicar el conocimiento y habilidades adquiridas durante los cinco años de carrera profesional en Ingeniería electrónica de forma que se complemente con la experiencia laboral que se adquiera en esta empresa y así poder dar solución a necesidades inmediatas que se presentan en esta en cuanto al monitoreo por condición de la maquinaria que se encuentra en funcionamiento.

### **2.2 ESPECIFICOS**

- Conocer la arquitectura y funcionamiento del Product Link, (PL 121SR / PL 321 SR), con el fin de poder interpretar las señales enviadas satelital mente emitidas por este y tomar una decisión para dar solución a posibles problemas que presente la máquina.
- Aprender a manejar la aplicación Software EquipmentManager del ProductLink, con el fin de realizar el monitoreo por condición de la maquinaria que se encuentra en funcionamiento.
- Identificar la forma correcta de instalar las antenas, con el fin de efectuar de forma adecuada la comunicación satelital.
- Investigar los conceptos fundamentales de comunicaciones satelitales, sistemas de posicionamiento global, con el fin de familiarizarse en cuanto al funcionamiento de la transmisión de datos del ProductLink.
- Familiarizarse con el software CAT Electronic Techician 2007 V1.1 con el fin de establecer la comunicación entre los módulos, la máquina CAT, el PC, y el Satélite.
- Ampliar el conocimiento teórico de programación adquirido en el pregrado mediante la aplicación de este en la ejecución de un programa DSB desarrollado para GECOLSA, con el fin de entregarle al cliente reporte detallado del servicio Prestado.

- Realizar evaluaciones de desempeño de la máquina para determinar fallas mediante equipos electrónicos especializados y darles una solución.
- Realizar un manual Práctico del funcionamiento del Product Link (PL 121SR / PL 321SR); que sea útil, práctico y amigable para el usuario de la máquina.
- Promover el desarrollo de potenciales personales tales como creatividad seguridad y destreza en el desempeño eficaz en la empresa, con una actitud de Ética profesional relacionada con la disciplina y la profesión.

### 3. PLAN DE TRABAJO PROPUESTO

La práctica se realizó en GECOLSA trabajando con el proyecto CSA.  
(ACUERDOS DE SERVICIO CON EL CLIENTE)

Metas que se planearon originalmente en el desarrollo de la actividad:

- Familiarizarse con el Product Link (PL 121SR / PL321SR), en cuanto a su arquitectura y funcionamiento con el fin de poder acceder a la información que este suministra vía satelital y poder monitorear el correcto funcionamiento de cualquier maquina desde la central ubicada en Bogotá.
- Diariamente se debe supervisar, y Monitorear la adquisición de datos de variables de presión, temperatura, alarmas, etc de la maquinaria de Caterpillar, desde la oficina central de Bogotá a través de datos suministrados Satelital mente, del Product Link con el fin de diagnosticar problemas potenciales en motor, transmisión, mandos finales y sistemas hidráulicos y así tomar una decisión para el mantenimiento de la máquina y esta tenga un adecuado funcionamiento.
- Ingresar la información suministrada por el horómetro digital que se encuentra en el motor de cada máquina a la base de datos DBS para que sea reportada al cliente, y este pueda visualizar las características de la maquinaria.
- Evaluar el desempeño de la maquinaria para determinar fallas, mediante equipos electrónicos especializados y tomar una decisión para darle solución adecuada.
- Se debe realizar un manual práctico del funcionamiento del Product Link, amigable para el usuario con el fin de que pueda acceder a la información que este suministra desde internet.
- Desarrollar la habilidad de trabajo en equipo adquirida en la universidad con el fin de compartir conocimiento con el equipo de trabajo conformado en un 70% por ingenieros mecánicos.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 SATELITES ARTIFICIALES

“Las comunicaciones satelitales son el resultado de la investigación en el área de las comunicaciones, cuyo objetivo es lograr alcances y capacidades siempre crecientes con los costos más bajos posibles.”<sup>1</sup> De esta manera los satélites artificiales son una realidad a partir de finales de la década de los cincuentas, gracias a la combinación de los conocimientos en propulsión y microondas. Este avance en las comunicaciones es complementario a las redes de comunicación terrestre.

Las comunicaciones a través de satélites artificiales son altamente susceptibles de experimentar fenómenos de interferencia, por esto existe un planeamiento de las bandas de frecuencia (del orden de los GHz) a las que operan estos sistemas.

#### 4.1.1 Satélites geoestacionarios (GEO)

Si la órbita es la trayectoria seguida por un satélite, un satélite geoestacionario es aquel que sigue una órbita sincronizada con el periodo de rotación de la Tierra.

Existe la necesidad de ofrecer comunicaciones ininterrumpidas y los satélites geoestacionarios se presentan como una solución ante esta situación, pues al tener la propiedad de orbitar en sincronía con la tierra se pueden ofrecer comunicaciones entre múltiples estaciones terrestres que pertenezcan al área de cobertura del satélite geoestacionario.

Estos satélites se conocen con este nombre por que lucen como un punto fijo en el cielo para cualquier observador en la Tierra que se encuentre en el área de cobertura del satélite (aproximadamente 43% de la superficie de la Tierra). La ubicación de un satélite a 35.786 kilómetros de altitud con una inclinación cero grados, es un privilegio exclusivo de los satélites geoestacionarios, y no existe otra orbita con estas propiedades especiales.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>MARAL y BOUSQUET. Satellite Communications Systems. Wiley and Sons, 1999. p. 1

<sup>2</sup> Ibid., p. 8

Para la transmisión de datos vía satélite se han creado estaciones de emisión-recepción de bajo coste llamadas VSAT (Very Small Aperture Terminal). Una estación VSAT típica tiene una antena de un metro de diámetro y un vatio de potencia. Normalmente las estaciones VSAT no tienen potencia suficiente para comunicarse entre sí a través del satélite (VSAT - satélite - VSAT), por lo que se suele utilizar una estación en tierra llamada hub que actúa como repetidor. De esta forma, la comunicación ocurre con dos saltos tierra-aire (VSAT- satélite - hub - satélite - VSAT). Un solo hub puede dar servicio a múltiples comunicaciones VSAT.

Las comunicaciones vía satélite tienen algunas características singulares. En primer lugar está el retardo que introduce la transmisión de la señal a tan grandes distancias. Con 36.000 km de altura orbital, la señal ha de viajar como mínimo 72.000 km, lo cual supone un retardo de 240 milisegundos, sólo en la transmisión; en la práctica el retardo es de 250 a 300 milisegundos según la posición relativa del emisor, el receptor y el satélite. En una comunicación VSAT-VSAT los tiempos se duplican debido a la necesidad de pasar por el hub.

Otros fenómenos que dificultan las comunicaciones vía satélite, es el movimiento aparente en ocho de los satélites de la órbita geoestacionaria debido a los balanceos de la Tierra en su rotación, los eclipses de Sol en los que la Tierra impide que el satélite pueda cargar las baterías y los tránsitos solares, en los que el Sol interfiere las comunicaciones del satélite al encontrarse éste entre el Sol y la Tierra. Las emisiones de los satélites son broadcast de manera natural; tiene el mismo costo enviar una señal a una estación que enviarla a todas las estaciones que se encuentren dentro de la huella del satélite, puede ser una desventaja cuando la seguridad es importante, ya que todas las transmisiones han de ser cifradas.

#### **4.1.2 Satélites de órbita baja (LEO)**

La altitud del satélite es constante e igual por muchos cientos de kilómetros el periodo es del orden de una hora y media. Con una inclinación de cerca de 90°, esta clase de órbita asegura que el satélite pasará sobre cada región de la tierra. Esta es la razón para escoger esta clase de órbita para satélites de observación. Se pueden implementar comunicaciones en diferido y en directo si el satélite está equipado con medios de almacenamientos de información, ORBCOMM es un ejemplo de esos sistemas. Una constelación de muchas decenas de satélites de órbitas de baja altitud puede suministrar comunicaciones al mundo eterno en tiempo real. Muchos de tales sistemas han sido propuestos (IRIDIUM, GLOBALSTAR, ELLIPSO, ECCO, etc.).<sup>3</sup>

---

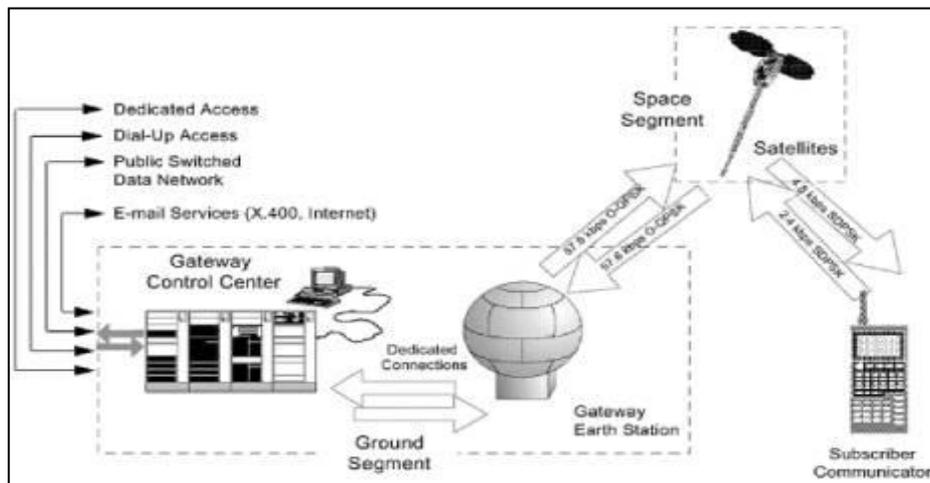
<sup>3</sup> MARAL y BOUSQUET. Satellite Communications Systems. Wiley and Sons, 1999. p. 8

## 4.2 SISTEMA ORBCOMM<sup>4</sup>

ORBCOMM es el primer sistema comercial de comunicaciones basado en microsatélites de órbita baja. El elemento central del sistema, lo constituye una constelación que en la actualidad consta de 36 satélites con cobertura mundial. ORBCOMM, LLC (USA) es la propietaria del sistema y proporciona el servicio de comunicaciones desde o hacia cualquier lugar del mundo, a bajo costo y en forma sencilla. Es un sistema de comunicación de datos de dos vías, de conmutación de paquetes, de amplia cobertura.

Las comunicaciones desde y hacia el comunicador (SC) a los Gateways ORBCOMM, se realiza a través de una constelación de satélites de órbita baja. Los Gateways de ORBCOMM están conectadas a circuitos de discado, líneas dedicadas privadas o redes tales como Internet. El sistema ORBCOMM consta de un Centro de Control de Red (NCC: Network Control Center) que administra el sistema mundial en su totalidad, más tres segmentos operacionales que se pueden ver en la FIGURA1:

- Segmento Espacio .
- Segmento tierra.
- Segmento Subscritor.



**FIGURA1.** Segmentos operacionales

Fuente: ORBCOMM. Sistema ORBCOMM. [en línea].

<[http://www.marimsys.com/paginas/sistema\\_orbcomm.htm](http://www.marimsys.com/paginas/sistema_orbcomm.htm).> [citado en Mayo 29 de 2008]

<sup>4</sup>ORBCOMM. Sistema ORBCOMM. [en línea].

<[http://www.marimsys.com/paginas/sistema\\_orbcomm.htm](http://www.marimsys.com/paginas/sistema_orbcomm.htm).> [citado en Mayo 29 de 2008].

Las comunicaciones de Radio Frecuencias (RF), en el Sistema ORBCOMM, operan en el sector de VHF (Very High Frequency), en el rango del espectro de frecuencias que están entre los 137 y 150 MHz. Todas las comunicaciones con el Sistema ORBCOMM deben pasar a través del Gateway ORBCOMM.

Un Gateway consiste de un Centro de Control de Gateway (GCC), donde se encuentran el software de administración y monitor del tráfico de mensajes, y un Gateway de Estación Terrena (GES), el cual entrega el enlace entre la constelación de satélites y el GCC.

#### **4.2.1 El Segmento Espacial**

El segmento espacial consiste en el satélite y las estructuras terrestres para el control y el monitoreo del mismo. Esto integra el retraso la telemetría y las estaciones de comandos juntos con el centro de comando de control satelital donde todas las operaciones asociadas con el mantenimiento de estación y con la verificación de las funciones vitales del satélite son llevadas a cabo.

#### **4.2.2 El Segmento Terrestre**

El segmento terrestre está formado por todas las estaciones terrestres; estas son más a menudo conectadas con el equipo del usuario final. Las estaciones son clasificadas por su tamaño el cual varía de acuerdo con el volumen de tráfico a transportar por el enlace satelital y el tipo de tráfico (telefonía, televisión o datos).

#### **4.2.3 Elementos del servicio Básico**

Existen cuatro elementos del servicio básico que los sistemas ORBCOMM son capaces de entregar:

- **Reporte de datos:** Un reporte de datos es el servicio elemental básico para que un SC genere un breve reporte, un paquete sencillo contiene un total menor o igual a 6 bytes de información definida por el usuario.
- **Mensajes:** Un Mensaje es el servicio elemental básico para que una secuencia mas larga de datos sea transferida a o desde un SC. El largo del mensaje es típicamente menor a 100 bytes.

- GlobalGrams: Este es el servicio básico para que un SC envíe o reciba un solo paquete de información desde un satélite cuando el satélite no puede acceder a un Gateway ORBCOMM. Para este tipo de SC (receptor), el satélite almacena el paquete de datos en memoria y lo transmite según el requerimiento del SC.
- Comandos: Este es el servicio básico para comandos cortos, un solo paquete contiene un total menor o igual a 5 bytes de información definida por el usuario, a ser transmitidos a un SC.

Algunos comunicadores están equipados con un GPS interno y una antena GPS asociada. Esto permite la determinación de la posición mediante la recepción de la señal de posicionamiento directamente desde los satélites GPS.

### 4.3 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

El Global Positioning System (GPS) o Sistema de Posicionamiento Global, su nombre correcto es NAVSTAR - GPS es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) que permite determinar la posición de cualquier objeto en todo el mundo la posición de un objeto, con una precisión hasta de centímetros.

El GPS funciona mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita sobre el globo, a 20.200 km del altitud media sobre el ecuador. Una órbita contenida en un plano, tiene cuatro satélites equiespaciados, y tal como lo anterior existen seis en total de manera que se han colocado 24 satélites de posicionamiento que tienen trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la tierra. La traza de estos planos con el ecuador son rectas que pasan por el centro de la tierra y forman entre sí ángulos de  $60^\circ$ .<sup>5</sup> Cuando se desea determinar la posición, el aparato que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. En base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el retraso de las señales; es decir, la distancia al satélite. Por "triangulación" calcula la posición en que éste se encuentra.

La triangulación en el caso del GPS, a diferencia del caso 2-D que consiste en averiguar el ángulo respecto de puntos conocidos, se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal

---

<sup>5</sup> MANTILLA, Walter F. Sistema de Posicionamiento Global (GPS): Estado del arte. Bucaramanga, 1999. Trabajo de Grado (Ingeniero Electrónico). Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingenierías. Escuela Electrónica.

que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites.

#### **4.3.1 Características técnicas y prestaciones**

- Sistema de satélites. Está formado por 24 unidades con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie del globo terráqueo. Más concretamente, repartidos en 6 planos orbitales de 4 satélites cada uno. La energía eléctrica que requieren para su funcionamiento la adquieren a partir de dos paneles compuestos de celdas solares adosados a sus costados.
- Estaciones terrestres. Envían información de control a los satélites para controlar las órbitas y realizar el mantenimiento de toda la constelación.
- Terminales receptores: Indican la posición en la que están; conocidas también como Unidades GPS, son las que podemos adquirir en las tiendas especializadas.

#### **4.3.2 Funcionamiento**

La situación de los satélites es conocida por el receptor con base en las efemérides (6 parámetros orbitales Keplerianos), parámetros que son transmitidos por los propios satélites. La colección de efemérides de toda la constelación se completa cada 12 min. y se guarda en el receptor GPS. El receptor GPS funciona midiendo su distancia a los satélites, y usa esa información para calcular su posición. Esta distancia se mide calculando el tiempo que la señal tarda en llegar al receptor. Conocido ese tiempo y basándose en el hecho de que la señal viaja a la velocidad de la luz (salvo algunas correcciones que se aplican), se puede calcular la distancia entre el receptor y el satélite.

Cada satélite indica que el receptor se encuentra en un punto en la superficie de la esfera, con centro en el propio satélite y de radio la distancia total hasta el receptor. Obteniendo información de dos satélites se indica que el receptor se encuentra sobre la circunferencia que resulta cuando se intersecan las dos esferas. Si se adquiere la misma información de un tercer satélite se nota que la nueva esfera solo corta la circunferencia anterior en dos puntos. Uno de ellos se puede descartar porque ofrece una posición absurda. De esta manera se tendría la posición en 3-D. Sin embargo, dado que el reloj que incorporan los receptores GPS no está sincronizado con los relojes atómicos de los satélites GPS, los dos puntos

determinados no son precisos. Teniendo información de un cuarto satélite, se elimina el inconveniente de la falta de sincronización entre los relojes de los receptores GPS y los relojes de los satélites. Y es en este momento cuando el receptor GPS puede determinar una posición 3-D exacta (latitud, longitud y altitud). Al no estar sincronizados los relojes entre el receptor y los satélites, la intersección de las cuatro esferas con centro en estos satélites es un pequeño volumen en vez de ser un punto. La corrección consiste en ajustar la hora del receptor de tal forma que este volumen se transforme en un punto.

### **4.3.3 Integración con telefonía móvil**

Algunos teléfonos móviles pueden vincularse a un receptor GPS diseñado a tal efecto. Suelen ser módulos independientes del teléfono que se comunican inalámbricamente vía bluetooth y que le proporcionan los datos de posicionamiento, que son interpretados por un programa de navegación. Esta aplicación del GPS está particularmente extendida en los teléfonos móviles que operan con el sistema operativo Symbian, y PDAs con el sistema operativo Windows Mobile aunque Nokia lanzó el N95 con un módulo GPS integrado así como Nokia N810 que utiliza software GNU /Linux (Maemo).

## **4.4 GENERALIDADES PRODUCT LINK<sup>6</sup>**

PRODUCT LINK. Es un sistema de Transmisión de Datos de nueva generación creado por Caterpillar<sup>®</sup> mejora el aprovechamiento de los activos y reduce los costes de operación. Product Link permite observar el estado y estar en contacto con la máquina desde cualquier computador que tenga acceso a Internet gracias a un sofisticado equipo que captura la información generada por las computadoras de la maquinaria y después ésta es transmitida vía satélite.

Caterpillar introduce un hardware mejorado y una arquitectura totalmente nueva para el Sistema de Transmisión de Datos, una herramienta de administración que permite recopilar y llevar un control de diferentes tipos de información sobre los activos, desde la ubicación de la máquina y las horas de servicio al estado de la máquina y

---

<sup>6</sup> CATERPILLAR PRODUCTION LINK SYSTEM .PL121SR AND PL321. [en línea]. No 8 (2007). <<https://nacd.cat.com/cda/layout?m=150165&x=7>>. [ citado en Abril 25 de 2008] .

su productividad. El Sistema de Transmisión de Datos reúne dichos datos de los sistemas montados en la máquina y los transmite mediante una tecnología inalámbrica al centro de operaciones de la red de Caterpillar, a continuación la información es transmitida al escritorio del propietario de la máquina.

La nueva arquitectura del Sistema de Transmisión de Datos tiene un diseño modular que incluye:

1. Un comunicador satélite (PL121SR). Ver FIGURA2.
2. Un módulo de control electrónico aparte (PL300 ECM). Ver FIGURA4

PL121SR---Radio, Este sistema funciona para cualquier máquina



**FIGURA 2.** PL121SR---Radio

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

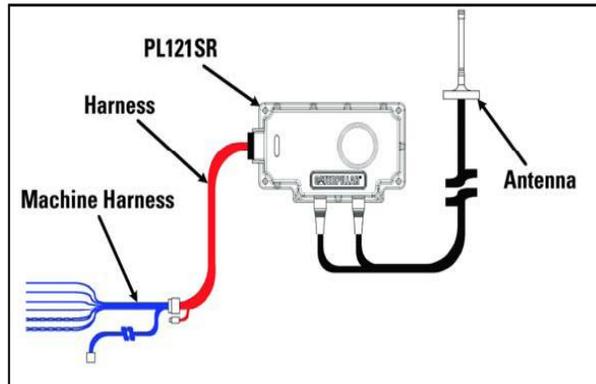
Esta instalación incorpora el radio PL121SR en el equipo de la máquina, proporciona al usuario la localización y el horómetro de esta, a través de la ubicación de a bordo del sistema de posicionamiento global por satélite y un transmisor / receptor. Además tiene la capacidad de delimitar zonas, horarios de trabajo y sirve como una herramienta para administrar los mantenimientos preventivos o las reparaciones importantes, es importante recalcar que se guarda un historial de toda esta información.

El esquemático de la instalación del PL121SR, se puede ver en la FIGURA3. El grupo de instalación contiene:<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> CATERPILLAR PRODUCTION LINK SYSTEM .PL121SR AND PL321. [en línea]. No 8 (2007). <<https://nacd.cat.com/cda/layout?m=150165&x=7>>. [ citado en Abril 25 de 2008] .

- Radio PL121SR
- Mazo de cables del radio
- Mazo de cables de conversión
- Mazo de cables para máquinas Antiguas (“Legacy”)



**FIGURA 3.** Esquemático, PL121SR

Fuente: CATERPILLAR INC. Cat® Product Link: PEHP9548-05f [en línea].  
< [www.cat.com/pl](http://www.cat.com/pl) > [Citado en Julio 29 de 2008]

El primer producto de esta nueva línea de productos es el de la radio por satélite PL121SR radio. En el futuro, nuevas tecnologías de radio se ofrecen en un formato común (común montaje, cableado, etc.) que incluye también el enchufe PL300 ECM para permitir comunicaciones de redes alternativas, tales como celulares y red de área local inalámbrica (WLAN).



**FIGURA 4.** PL300 ECM

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]  
< <https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.> > [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

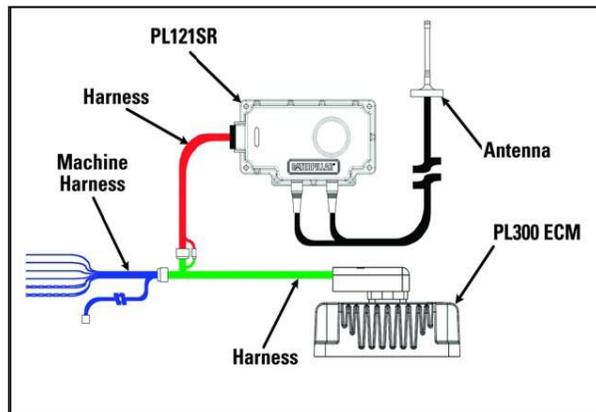
Funciona en cualquier equipo con un sistema de electricidad de 12V a 24V. Esta instalación actualiza la funcionalidad del radio PL121SR. El PL300 ECM debe usarse en combinación con el radio PL121SR, el esquemático de esta instalación se puede ver en la FIGURA5.

Para acceder a la información adicional sobre el estado de la máquina y su productividad se necesitan ambos componentes, que están disponibles como paquete completo, denominado PL321SR.

PL321 – Este sistema además de brindar los beneficios del PL121, tiene la capacidad de leer los códigos de falla arrojados por la máquina y posee 4 canales digitales para mediciones específicas. En caso de tenerlo instalado en maquinaria con motor eléctrico se puede monitorear el consumo exacto de combustible y leer códigos de falla del motor.

El software para el PL321SR está en una memoria “flash” y será actualizable en el futuro para aprovechar las nuevas versiones de la funcionalidad adicional de la máquina, incluyendo la información adicional de la utilización y productividad de la máquina.

- Facilita el mantenimiento proactivo. (Plan de reparaciones para disminuir el tiempo de inactividad y reducir los costes)
- Envía notificaciones de alerta sobre los principales acontecimientos. (Por ejemplo, sobre la velocidad del motor).
- Disminuye el número de viajes para completar la reparación mediante el suministro de información antes de tomar la llamada de servicio.
- Ayuda en la reducción de las fallas imprevistas y / o reparaciones.
- Proporciona conectado acontecimientos código de error informes.
- Ayuda a controlar las condiciones de la máquina, con cuatro entradas digitales.
- Cambiar (On - Off) el consumo de combustible
- Monitores consumo de combustible de las máquinas que proporcionan la información de combustible del motor ECM.
- Posee 4 canales de entrada que se pueden utilizar en cualquier equipo.



**FIGURA 5.** Esquemático, PL321SR

Fuente: CATERPILLAR INC. Cat® Product Link: PEHP9548-05f [en línea].  
 < www.cat.com/pl > [Citado en Julio 29 de 2008]

En cualquiera de los casos, ambos modelos del Sistema de Transmisión de Datos han sido diseñados para trabajar en las condiciones más duras posibles.

Los nuevos modelos PL121SR y PL321SR separan las funciones de computación (PL300 ECM) y comunicación (PL121SR), que estaban integradas en los modelos L151 y PL201 anteriores, a los que reemplazan. Se puede realizar una sola inversión en el comunicador satélite PL121SR y después añadirle el módulo de control electrónico (PL300 ECM) para obtener información más fidedigna. Esta nueva arquitectura proporciona versatilidad para los futuros dispositivos de comunicaciones que se introducirán y que serán compatibles con el ECM. Asimismo, el software del ECM es fácil de actualizar gracias a que las capacidades de supervisión cada vez son más sofisticadas.

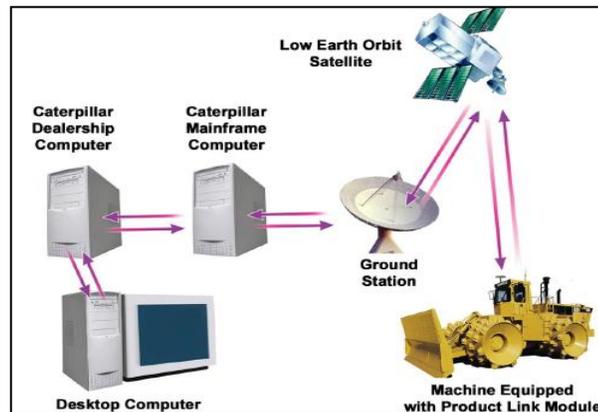
#### 4.5 VISION GENERAL DEL SISTEMA<sup>8</sup>

El hardware del Sistema de Transmisión de Datos consiste en:

- Antenas.
- Un módulo de datos.
- Cables de conexión.

<sup>8</sup> CATERPILLAR®. Sistema de datos de nueva Generación Creado por Caterpillar reduce los costes de operación. [en línea]. <<http://espana.cat.com/cda/components/fullArticle?m=105380&x=534&id=502660>> [ citado en Marzo 28 de 2008]

En concreto el sistema incluye una unidad de dos antenas separadas, una antena es para recibir información sobre la ubicación de la máquina desde el sistema satélite GPS. La otra antena, la más alta, es para recibir y transmitir señales desde y hacia un sistema satélite en órbita a poca altura alrededor de la Tierra (LEO). La señal del GPS, que informa al sistema de la ubicación de la máquina, es enviada al módulo de datos desde la antena del GPS. La señal es procesada por el módulo de datos y transmitida al satélite LEO a través de la antena más larga.



**FIGURA 6.** Comunicación satelital

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea] <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

La señal de las unidades de medida del servicio (SMU), que procede de la terminal R del alternador, es enviada al módulo de datos, donde es procesada y transmitida de la misma forma que la información del GPS, este proceso puede verse resumido en la FIGURA 6.

El proveedor del servicio satélite es ORBCOMM (ORB). A través de su red de 33 satélites LEO y sus asociaciones con varios proveedores de servicios, ORBCOMM ofrece una solución prácticamente mundial para las comunicaciones.

La comunicación del Sistema de Transmisión de Datos por radiofrecuencia funciona en la porción de frecuencias muy altas (VHF) del espectro de frecuencias, entre 137 y 150 MHz.

El sistema está diseñado para proporcionar cuatro informes de ubicación y un informe de SMU al día. Los usuarios tienen la posibilidad de obtener otros informes enviando una consulta desde el sitio Web del Sistema de Transmisión de Datos al módulo.

El PL121SR radio y PL300 ECM combinado en conjunto constituyen la PL321SR. Gracias a los módulos PL-121SR y PL-321SR la aplicación de Internet puede mostrar las SMU, la ubicación, las salidas de los interruptores digitales y las alarmas de Product Watch.

El módulo PL-321SR también permite elaborar informes sobre el diagnóstico de eventos e informes sobre el consumo de combustible, si lo permite el ECM.

La aplicación EquipmentManager permite a los usuarios acceder a estos mensajes a través de Internet. La aplicación EquipmentManager es capaz de trazar un mapa de la ubicación de la máquina a través de Internet.

La función de trazado de mapas mostrará la ubicación y las SMU de cada máquina, y se puede utilizar para transmitir información sobre la ruta a seguir a los técnicos de los distribuidores.

#### **4.5.1 Información de la antena**

Aunque la apariencia de la antena del radio PL121SR es igual a la de los radios PL151/PL201, las antenas son diferentes. Los receptores GPS en el PL121SR y el PL151/201 son diferentes y sus respectivas antenas no son intercambiables.

#### **4.5.2 Beneficios**

- Localización de la máquina.
- Horómetro de la máquina.
- Información sobre el estado de la máquina (códigos de falla).
- Administración de Mantenimientos preventivos.
- Llevar el historial de reparaciones.
- Reducir costos de operación
- Lograr óptimo aprovechamiento de su flotilla.
- Cotización de las refacciones de los mantenimientos preventivos.
- Reportes mensuales.
- Incrementa la disponibilidad de la máquina.

Gracias al acceso rápido y sencillo a información de la máquina, los propietarios de máquinas de movimiento de tierras pueden optimizar el aprovechamiento de sus activos, reducir los riesgos de seguridad, mejorar la gestión del mantenimiento y poner en práctica estrategias de reparación antes de que se produzcan las averías.

Como resultado la máquina está disponible más tiempo, los costes de operación son más bajos y la rentabilidad general de la inversión en el equipo más alta.

La tecnología de las comunicaciones está cambiando rápidamente y, en muchos casos, la vida útil del equipo Caterpillar es mayor que la de la tecnología particular. Por tanto, las tecnologías de la comunicación varían en todo el mundo y una tecnología de comunicación simple puede no cumplir con todas las necesidades de los clientes y de los mercados. Así, una estrategia modular permite que los clientes hagan una inversión de una sola vez en el adaptador de “red” interno (PL300 ECM), que permite escoger entre diferentes radios de acuerdo a las necesidades específicas del cliente.

## **4.6 ¿QUÉ ES EQUIPMENTMANAGER?<sup>9</sup>**

### **4.6.1 Generalidades**

EquipmentManager (EM), es un sistema basado en Web, es la aplicación de software que proporciona acceso a los datos de la máquina a través de Internet que se necesita para supervisar el estado y el rendimiento de su equipo dentro de un solo programa bien organizado, EquipmentManager utiliza los datos recogidos en sus máquinas mediante el sistema Product Link de Cat.

Es uno de los más importantes programas de apoyo de mantenimiento disponible. Ofrece entre otras ventajas las siguientes:

- Detecta problemas temprano, para que puedan ser reparados antes de que se conviertan en grandes fracasos.
- Ayuda a programar el tiempo de inactividad para adaptarlo a su volumen de trabajo.
- Permite supervisar programas de mantenimiento de rutina para verificar que se ha realizado el mantenimiento (PM).
- Ayuda a mejorar la gestión de los presupuestos por reparaciones predecir, el tiempo de inactividad y la vida útil del equipo.
- Ayuda a desarrollar un servicio completo del historial de cada máquina.

---

<sup>9</sup> CATERPILLAR. SYSTEMS OPERATION. EquipmentManager User Guide. . [en línea]. KENR6303-03 July 2007. <<https://nacd.cat.com/cda/layout?m=150165&x=7>>. [citado en Abril 3 de 2008]

- Notificación de robo o uso no autorizado.
- Vigilancia en tiempo real de la ubicación
- Verificar el actual nivel de combustible.

El EquipmentManager ayuda a administrar los activos para alcanzar la más alta productividad total del equipo, está disponible en tres niveles de control:

- Monitoreo básico -Asset Watch
- Monitoreo del mantenimiento -Maintenance Watch
- Monitoreo de signos vitales - Health Watch

En el PL121:

- Permite la función ASSET WATCH- Monitoreo básico.

En el PL300:

- Permite la función MAINTENANCE WATCH (Monitoreo del mantenimiento) y la función HEALTH WATCH (Monitoreo de signos vitales), dentro del EquipmentManager.

#### **4.6.2 Asset watch.- Monitoreo básico**

- Ubicación de la máquina.
- Vigilancia del equipo
- Horómetro del equipo
- Historial
- Cartografía.
- Identificación.
- El tiempo y la valla de Alertas Geográficas.

#### **4.6.3 Maintenance watch. - Monitoreo del mantenimiento**

- Programación de mantenimientos Preventivos ( PM)
- Planificación de Mantenimiento(PM)
- Notificación de retraso PM.
- Historial de mantenimientos preventivos.
- Alertas cuando los mantenimientos están próximos, con lista de chequeo.
- Listas de chequeo de equipos para los mantenimientos preventivos.

- Verificación de las listas de piezas recomendadas por Caterpillar
- Posibilidad de acceder a la tienda virtual de Gecolsa para pedir repuestos.
- Gestionar los gastos de las reparaciones.
- Lista de control personalizado PM.
- Reparación y Planificador PM.
- Registro de backlog.
- Seguimiento a reparaciones mayores.
- Seguimiento por SOS.
- Reporta horómetros, auto programando y actualizando mantenimientos preventivos de acuerdo a la utilización del equipo.
- Permite actualizar la información de los mantenimientos realizados con los eventos adicionales encontrados para programarlos en el próximo mantenimiento.

#### **4.6.4 Health watch - Monitoreo de signos vitales**

- Eventos y códigos de Diagnóstico.
- Generación de alertas al e-mail o celular.
- Registro de todos los códigos y alertas con número de ocurrencias.
- Alarma de nivel de combustible.
- Historial de nivel y utilización del combustible.
- Reportes adicionales:
  - Utilización del equipo
  - Disponibilidad
  - Tiempo parado por mantenimiento
  - Mantenimientos programados y realizados
  - Consumo de combustible
  - Códigos activos y registro histórico de códigos.
- Además se puede programar para que se originen alarmas ya sea vía correo electrónico o mensajes MSS al celular, cuando se generen códigos acción (nivel rojo) en el equipo.
- Historial de mantenimientos realizados y omitidos.
- Transmite datos de los "interruptores" en cualquier máquina
- Sistema de fallas eléctricas, sobrecalentamientos, y otros indicadores de salud
- Historia de la salud, incluyendo fechas, horas, número de apariciones por gravedad

## 5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

### 5.1 FAMILIARIZACION CON EL PRODUCT LINK (PL 121SR / PL 321SR) EQUIPMENTMANAGER

La familiarización con el sistema de transmisión de datos ProductLink, constituye una de las actividades más importantes en el monitoreo por condición de la maquinaria de Caterpillar, pues se realiza un aprendizaje global del funcionamiento de este sistema de comunicación para conocer la procedencia y destino de la información suministrada por cada equipo CAT, con el fin de poder desarrollar los objetivos que se busca al monitorear la maquinaria pues se quiere controlar variables de presión, temperatura, nivel, velocidad, de las principales partes que conforman el equipo, (Motor, Filtros, Fluidos, Transmisión etc.); información que puede ser visualizada en un computador con acceso a Internet.

Dicha información es captada en la maquinaria mediante dispositivos electrónicos especializados para cada fin, la información es recopilada por el módulo de control electrónico PL300 ECM, la cuál es procesada y enviada al satélite LEO mediante la antena, una vez el satélite recibe la información de la máquina la envía a una estación terrestre en donde se procesa y se envía a los servidores de Caterpillar, los que podrán transmitir dicha información a cualquier equipo con acceso a Internet que se encuentre habilitado para tener acceso a dicha información. Este proceso descrito puede ser observado en la FIGURA 7.

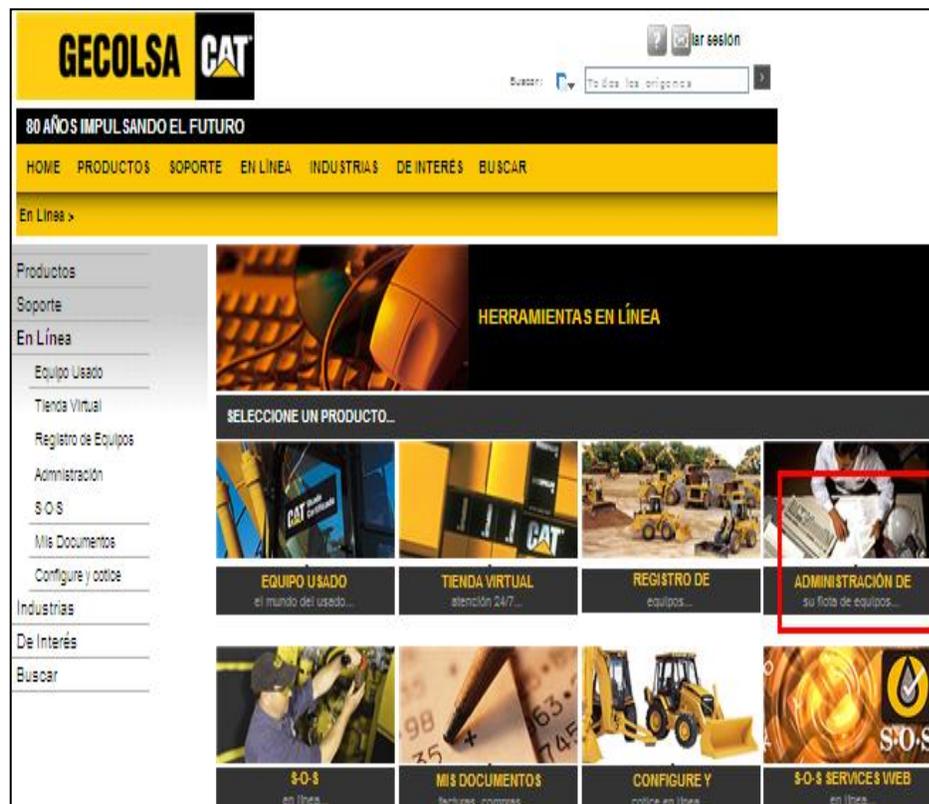


**FIGURA 7.** Transmisión de datos del Product link

Fuente: TORRES, Ximena. Product Link-Equipment Manager. [CD- ROM]: Windows 95 o posterior. Bogotá, Colombia : General de Equipos de Colombia S.A., Bogotá 2007

### 5.1.1 Pasos para manejar el EquipmentManager

Para acceder a la aplicación de software EquipmentManager se hace a través de Internet, [www.gecolsa.com.co](http://www.gecolsa.com.co) en la herramienta EN LINEA Administración de Equipos, y desde aquí se podrá supervisar el estado y el rendimiento del equipo; como se observa en la Figura 8.



**FIGURA 8.** Página de acceso a las herramientas de GECOLSA

Fuente: GECOLSA CAT. Herramientas en línea . [en línea].

<[http://www.gecolsa.com.co/wps/portal/!ut/p/c1/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os\\_hgI0Nzk2AXYwN3P1NnAyPTUHMTM78gYwsLE\\_1wkA68KggysxUBAzaKdw!!](http://www.gecolsa.com.co/wps/portal/!ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os_hgI0Nzk2AXYwN3P1NnAyPTUHMTM78gYwsLE_1wkA68KggysxUBAzaKdw!!)> Research Databases (Pantallazo).

Una vez seleccionada la opción Administración de Equipos aparece la pantalla que se observa en la figura 9. En la que se muestra que para acceder a este programa se debe contar con un nombre de usuario y una contraseña los cuales deben ser diligenciados en los espacios en blanco.

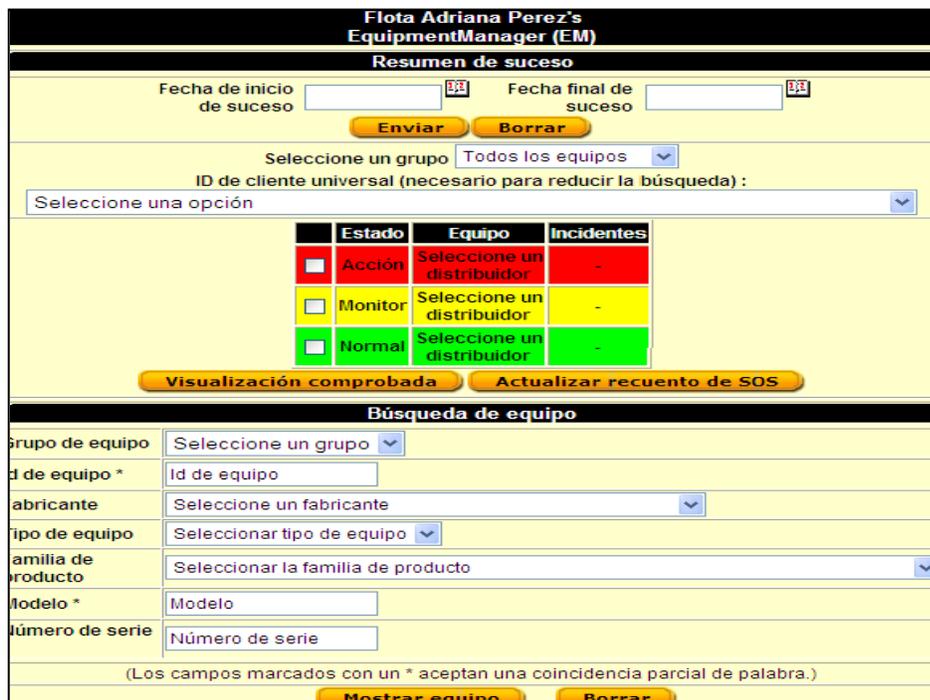


**FIGURA 9.** Página de Usuario y la clave de acceso al EquipmentManager

Fuente: GECOLSA CAT. Herramientas en línea . [en línea].

<[http://www.gecolsa.com.co/wps/portal/!ut/p/c1/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os\\_hgI0Nzk2AXYwN3P1NnAyPTUHMTM78gYwsLE\\_1wkA68KgqysxUBAzaKdw!!](http://www.gecolsa.com.co/wps/portal/!ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os_hgI0Nzk2AXYwN3P1NnAyPTUHMTM78gYwsLE_1wkA68KgqysxUBAzaKdw!!)> Research Databases (Pantallazo).

A continuación se muestra un pantallazo, de la presentación del software EquipmentManager en el que se observa que está dividido en dos Menús, resumen de suceso y Búsqueda de equipo desde donde se podrá acceder a la información del equipo, como se muestra en la FIGURA 10.



**FIGURA 10.** Presentación del EquipmentManager

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Página principal de presentación.

Existen tres estados niveles de los acontecimientos:

1. ACCION: Este estado se representa con el color rojo, es un evento que se considera con alta importancia, y exige atención.

2. MONITOR: Este estado se representa con el color amarillo indica que el evento requiere atención pero no es una acción tan urgente.

3. NORMAL: Este estado se representa con el color verde, esta condición indica que el evento se considera de menor importancia que las acciones que requieren mayor atención.

Si se quiere un resumen de los principales eventos ocurridos en el equipo clasificados de acuerdo a sus prioridades de verificación se accede mediante el menú resumen de suceso. Seleccionando un grupo de equipos específico al cual se quiere monitorear y seleccionado en la ficha de colores los resultados que se quieren mostrar. Automáticamente aparece un resumen de dichos eventos en cada una de los colores Rojo, amarillo, y verde según la prioridad del evento como se muestra en la FIGURA 11.



**FIGURA 11.** Resumen de suceso

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Resumen de suceso.

Otra forma en la que se puede restringir la búsqueda del equipo, que se desea ver, es utilizar el menú Búsqueda de equipo, en el que se deben completar los espacios en blanco y se da click, en mostrar equipo, para acceder a la información específica, como se ve en la FIGURA 12.

Búsqueda de equipo	
Grupo de equipo	Seleccione un grupo ▼
Id de equipo *	Id de equipo
Fabricante	Seleccione un fabricante
Tipo de equipo	Seleccionar tipo de equipo ▼
Familia de producto	Seleccionar la familia de producto
Modelo *	Modelo
Número de serie *	Número de serie
(Los campos marcados con un * aceptan una coincidencia)	
<input type="button" value="Mostrar equipo"/> <input type="button" value="Borra"/>	
o Realice una <a href="#">Búsqueda avanzada</a>	

**FIGURA 12.** Búsqueda de equipo

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Búsqueda de Equipo.

Para buscar el equipo utilizando el resumen de suceso, se selecciona el grupo (en donde están incluidos todos los equipos con PL), se seleccionan las tres casillas y se da click en visualización comprobada para poder ver los equipos con los 3 niveles de alarma posible.

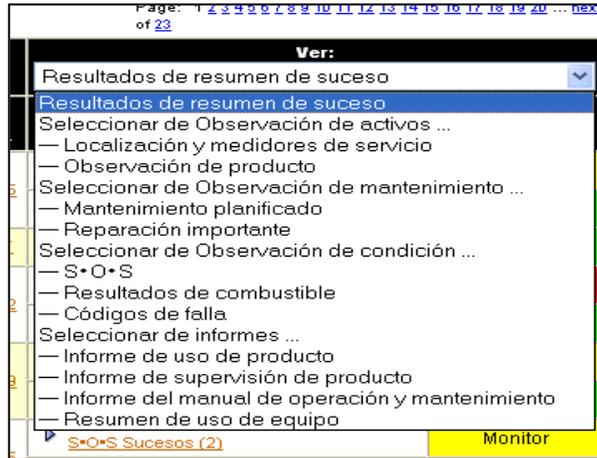
Ver:		
Resultados de resumen de suceso		
Número de serie	Actos ▼ Cerrar todos	Estado
EED00619	▶ Códigos de falla (1)	Acción
	▶ Códigos de falla (9)	Monitor
	▶ Mantenimiento planificado que se debe realizar (1)	Normal
	▶ Códigos de falla (18)	Normal
EED00618	▶ Mantenimiento planificado que se debe realizar (1)	Acción
	▶ Códigos de falla (3)	Monitor
	▶ Códigos de falla (11)	Monitor
	▶ Códigos de falla (40)	Normal
	▶ S*O*S Sucesos (2)	Acción
	▶ Códigos de falla (2)	Acción

**FIGURA 13.** Niveles de alarma

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Resultados de resumen de suceso.

En la FIGURA 13 se ve el resumen de los equipos, que alarmas tienen y una pequeña descripción. Para ingresar a las diferentes funciones, se navega a través del menú des plegable ver. Que se puede ver en la siguiente FIGURA 14.

Las funciones que posee el software se pueden identificar de acuerdo a los niveles de control del EquipmentManager.



**FIGURA 14.** Menú del EquipmentManager

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Menú Ver.

- **Monitoreo Básico -Asset watch**

Para este tipo de control se selecciona la función localización y medidores de servicio, del menú ver descrito anteriormente. Esta función permite visualizar el horómetro y el historial del equipo, en la FIGURA 15 se observa un pantallazo de dicha función.

n y medidores de servicio			
		Exportar	Ayuda
Ver:			
— Localización y medidores de servicio			
Número de serie	Fecha/hora de la última actualización	Medidor de servicio (horas)	Localización
EED00619	03/11/2008 06:15:22 PM	151	5.53496 Km N of Soqamoso, Boyaca
BXY01099	03/10/2008 05:03:42 PM	6284	5.90503 Km N of Soqamoso, Boyaca
EED00407	03/10/2008 11:56:06 PM	2252	4.63392 Km N of Soqamoso, Boyaca
EED00408	03/11/2008 12:40:53 PM	2233	4.63392 Km N of Soqamoso, Boyaca
EED00618	03/11/2008 05:51:09 PM	212	6.17856 Km N of Soqamoso, Boyaca

**FIGURA 15.** Visualización del Localizador y medidor de servicio

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Localización y medidores de servicio.

La función Localización y medidores de servicio muestra un resume del horómetro y la distancia en Km. de los equipos pertenecientes al grupo seleccionado previamente, si se desea observar el historial de localización y el mapa de ubicación de un equipo específico solo se debe dar clic en una específica y se desplegará un pantalla con la información suministrada en la Figura 16.



**FIGURA 16.** Historial de localización y mapa de ubicación

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Historial de localización

El sistema se programa para ponerle límites de espacio y tiempo a la utilización del equipo, al estar por fuera de estos límites genera alarmas inmediatas ya sea al correo electrónico o al celular como mensaje de texto.

Por ejemplo si el equipo esta programado para trabajar hasta las 7 pm, pero es prendido a las 10 pm se generara una alarma, esto no significa que no se pueda apagar el equipo.

- **Monitoreo de mantenimiento -Maintenance Watch**

Para este tipo de control se selecciona la función Mantenimiento planificado, esta reporta horómetros, auto programando y actualizando mantenimientos preventivos de acuerdo a la utilización del equipo.

El panel de esta función se puede ver en la FIGURA 17; que muestra el último mantenimiento realizado, el estado actual del equipo (horómetro); el próximo servicio, clasifica el estado de los mantenimientos en colores verde, amarillo o rojo según su ejecución y permite ver notas del último mantenimiento realizado.

Ver: — Mantenimiento planificado						
Último mantenimiento planificado		Actual		Siguiete MP		Estado
Realizado @	Notas de mantenimiento planificado	Medidor de servicio (horas)	Fecha/Hora	Necesario @	Nombre	
No disponible		151	03/10/2008 11:48:39 PM	500 Hrs	PM1 PM2F	Normal
4 Hrs		6284	03/07/2008 11:01:12 PM	6250 Hrs	PM1	Acción
1 Hrs		2252	03/10/2008 11:56:06 PM	2211 Hrs	PM1	Acción

**FIGURA 17.** Mantenimiento planificado

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Mantenimiento planificado.

- **Monitoreo de signos vitales - Health Watch**

Como se había descrito anteriormente la pantalla principal nos muestra el número de eventos registrados por el equipo en forma de semáforo, según la gravedad de la falla verde monitoreo, amarillo para seguimiento y rojo para alarma. Este resumen de eventos se visualiza en la FIGURA 18.

Seleccione un grupo HOLCIM-NOBSA			
	Estado	Equipo	Incidentes
<input checked="" type="checkbox"/>	Acción	4	10
<input checked="" type="checkbox"/>	Monitor	5	167
<input checked="" type="checkbox"/>	Normal	5	270

La última fecha actualizada de recuento de suceso SOS es: 03/12/2008 12:00:50 PM

**FIGURA 18.** Signos vitales

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Sucesos S.O.S

En el menú ver se selecciona la función resultados de combustible, para un equipo determinado. Esta función muestra los niveles de combustible (combustible en el tanque, esta función no esta disponible para todos los modelos), el combustible utilizado en la vida del equipo y en las 2 últimas columnas se puede alimentar al sistema con la información de reaprovisionamiento de combustible, esto se debe hacer manualmente. Según el estado del equipo, se clasifica en colores: verde para

monitoreo, amarillo para seguimiento y rojo para alarma. Información que se puede ver en la FIGURA 19.

er: — Resultados de combustible						
combustible		Combustible usado		Repostando combustible		Estado
Fecha Hora	Total de combustible consumido (galones)	Fecha Hora	Última cantidad de llenado (galones)	Fecha Hora		
	1321.0	03/10/2008 11:48:39 PM				
03/07/2008 11:01:12 PM	82068.0	03/07/2008 11:01:12 PM				Normal
	23576.0	03/10/2008 11:56:06 PM				
	23283.0	03/10/2008 11:55:30 PM				

**FIGURA 19.** Resultado del combustible

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Resultados de combustible.

Dando click sobre el acumulado de combustible, se muestra el historial del acumulado, así como el promedio de galones utilizados por día en el periodo seleccionado, historial que se puede ver en la FIGURA 20.

Historial de uso de combustible			
<b>Id de Equipo</b>		<b>Fecha de inicio</b>	12/11
<b>Fabricante</b>	CAT	<b>Fecha final</b>	03/11
<b>Modelo</b>	773F	<b>Cambiar gama d</b>	
<b>Número de serie</b>	EED00619		
<b>medio de combustible (galones) : 91.57</b>			
Page: 1 2 Next			
Fecha/Hora	Combustible usado (galones)		
08 11:48:39 PM	1321.0		
08 11:48:39 PM	1248.0		
08 11:48:39 PM	1178.0		

**FIGURA 20.** Historial del combustible

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Historial de uso de combustible.

Así mismo en el monitoreo de signos vitales del equipo supervisado se pueden generar reportes de la utilización de combustible, almacenar la información diaria del consumo acumulado de combustible, reportar cuanto combustible tiene en el tanque (algunos modelos), y a demás permite alimentar la información del reaprovisionamiento, para así tener una comparación rápida de lo que se esta reportando y lo que realmente se esta gastando.

Estos reportes se muestran en las graficas de información sobre el combustible restante en el tanque y galones utilizados; gráfico que se observa en la FIGURA 21.



**FIGURA 21.** Gráfico del combustible

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Gráfico de estadística de combustible.

Para este tipo de control también se puede seleccionar la función códigos de falla. Se ven los últimos códigos registrados. Dando Click sobre códigos de falla, se puede ver el detalle de todos los códigos registrados. En la FIGURA 22 se muestran todos los códigos que en algún momento se generaron, con la fecha y el número de ocurrencias.

Códigos de falla			
		<a href="#">Exportar</a>	<a href="#">Ayuda</a>
	Ver: <input type="text" value="Códigos de falla"/>		
Número de serie	Últimos códigos de falla <a href="#">Expandir todo</a> <a href="#">Comprimir todo</a>	Fecha/Hora de la última actualización	Estado
<a href="#">EED00619</a>	<a href="#">Códigos de falla(1)</a>	03/10/2008 09:35:13 PM	Normal
<a href="#">BXY01099</a>	<a href="#">Códigos de falla(1)</a>	02/26/2008 07:14:51 AM	Acción
<a href="#">EED00407</a>	<a href="#">Códigos de falla(1)</a>	03/04/2008 08:50:21 PM	Normal
<a href="#">EED00408</a>	<a href="#">Códigos de falla(1)</a>	03/09/2008 03:35:01 AM	Normal

**FIGURA 22.** Códigos de falla

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Códigos de falla.

La función de códigos de fallas igualmente mantiene el historial de todas las fallas registradas por el equipo, así estas hayan sido solucionadas, con número de ocurrencias y fecha, como se muestra en la FIGURA 23.

Códigos de falla	Descripción de avería	Módulo	Instancias	Estado
<a href="#">EID:194</a>	EID:194 - High Exhaust Temperature	Engine	17	Norma
<a href="#">EID:194</a>	EID:194 - High Exhaust Temperature	Engine	2	Norma
<a href="#">EID:362</a>	EID:362 - Engine Overspeed	Chassis Control	2	Monito
<a href="#">EID:194</a>	EID:194 - High Exhaust Temperature	Engine	116	Norma

**FIGURA 23.** Historial de código de fallas

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Historial Código de averías

Además de las opciones de los niveles de control, también se puede seleccionar las opciones de informes, en las que se generan reportes de la utilización de combustible, almacena la información diaria del consumo acumulado de combustible, reporta cuanto combustible tiene en el tanque (algunos modelos), permite alimentar la información del reaprovisionamiento, para así tener una comparación rápida de lo que se esta reportando y lo que realmente se esta gastando.

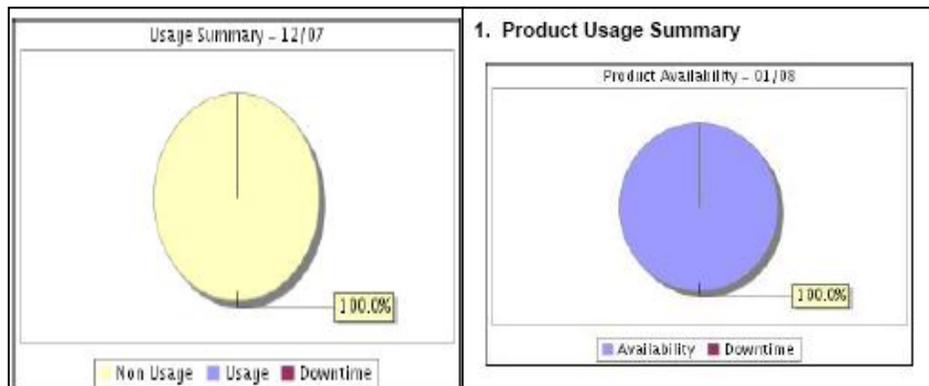
Para generar el reporte de utilización, en el menú desplegable se selecciona informe de uso de producto. Ahí se selecciona el equipo y el periodo, este reporte se genera mensualmente. El reporte incluye uso y consumo de combustible comparación de uso con el historial del equipo, comparación del consumo de combustible con el historial, reporte de todos los servicios o intervenciones que tuvieron lugar en ese mes. En la FIGURA 24 se observa un pantallazo de la primera página del reporte, se muestra la información general: serial, modelo, cliente, y distribuidor asignado.

Informe de uso de producto				
Criterio de selección de informe				
Generar informe del mes: febrero 2008				
Información de equipo Ver: — Informe de uso de producto				
	Id de Equipo	Fabricante	Modelo	Número de serie
<input checked="" type="radio"/>		CAT	773F	EED00619
<input type="radio"/>	191-426	CAT	988H	BXY01099
<input type="radio"/>	191-4K1	CAT	773F	EED00407
<input type="radio"/>	191-4K2	CAT	773F	EED00408
<input type="radio"/>		CAT	773F	EED00618

**FIGURA 24.** Informe de usos de producto

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Informe de uso del producto

En general los reportes mensuales informan sobre la utilización del equipo, donde incluye datos como consumo de combustible por hora, por semana, comparándolos con el consumo promedio en la vida del equipo, registro de todos los trabajos que se le hicieron al equipo( Los que fueron retroalimentados al sistema), horas disponibles contra horas utilizadas, en la FIGURA 25, se muestra una grafica en estadística en la que se describe el uso del equipo y compara los resultados obtenidos entre Dic del 2007 y Enero del 2008.



**FIGURA 25.** Gráficas de resumen del uso del producto

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Resumen de uso del producto

La función resumen de suceso cuenta además con el servicio de S.O.S, que genera alarmas cuando los resultados lo ameritan. La aplicación de este servicio se puede visualizar en el pantallazo de la FIGURA 26, el la que se muestra que para el equipo que se está monitoreando presenta dos sucesos S.O.S clasificados en alarma roja, estos fueron reportados automáticamente vía e-mail, y como mensaje de texto al celular del contacto.

Número de serie	Actos	Estado
	▼ Cerrar todos	
EED00619	▶ Códigos de falla (1)	Acción
	▶ Códigos de falla (6)	Monitor
	▶ Mantenimiento planificado que se debe realizar (1)	Normal
	▶ Códigos de falla (11)	Normal
EED00618	▶ Códigos de falla (3)	Acción
	▶ Códigos de falla (11)	Monitor
	▶ Mantenimiento planificado que se debe realizar (1)	Normal
	▶ Códigos de falla (29)	Normal
	▶ S*O*S Sucesos (2)	Acción
	▶ Mantenimiento planificado que se debe realizar	Normal

**FIGURA 26.** Resultados de resumen de proceso

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Resultados de resumen de suceso.

### 5.1.2 Familiarización con el Product Link (Arquitectura)

- **PI 121 SR radio**

El módulo de control (PL121SR Radio), se puede visualizar en la FIGURA 27. Este posee en uno de sus extremos tres LED indicadores identificados con los colores, amarillo, naranja, y verde los cuales indican lo siguiente:

1. LED amarillo: Estado de la comunicación con ORBCOMM.

El LED de color amarillo parpadea, mientras que la antena de radio PL121S busca las conexiones por satélite Orbcomm. Cuando la antena obtenga una solución a los satélites de Orbcomm, el LED no titilará más, este permanecerá iluminado.

2. LED Naranja: Estado de conexión GPS.

El LED de color naranja parpadea, mientras que el receptor GPS busca el satélite de GPS. Cuando el sistema se comunica, el LED no parpadea, este permanece iluminado.

3. LED Verde: Estado del motor.

El LED verde está encendido cuando el motor está en marcha. El LED verde estará apagado cuando el motor esté apagado.



**FIGURA 27.** PL 121 SR radio

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController>.> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

- **PL300 Elec Cont Module (ECM)**

El Modulo de control electrónico ECM, se puede observar en la FIGURA 28. Este modulo es el que recopila, almacena y procesa la información, proveniente de los diferentes dispositivos electrónicos que posee el equipo. Este módulo no debe ser instalado en el compartimiento del motor, ya que este no debe ser sometido al calor extremo ya que podría dañarse.



**FIGURA 28.** PL 300 ELEC CONT MODULE (ECM)

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

- **Antenas**

Los dispositivos encargados de transmitir y recibir las ondas de radio en la comunicación satelital de la maquinaria Caterpillar son las antenas, estas se pueden observar en la FIGURA 29.



**FIGURA 29.** Antenas

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

Estas antenas son de  $\frac{1}{2}$  onda y trabajan a frecuencias muy altas. Estas son utilizadas en aplicaciones de control remoto donde la altura es un problema.

En el monitoreo por condición de la maquinaria de Caterpillar, se utiliza la antena con la siguiente referencia en el mercado: 14" 35CM ½ Wave for ORBCOMM. La FIGURA 30 muestra las características eléctricas y mecánicas de la antena.

ELECTRICAL DATA	
	Orbcomm
Frequency Range	Rx 137-138 MHz Tx 148-150.05 MHz
Orbperform relative to 1/2-wave antenna	45%
Radiation Pattern	Omni-directional
VSWR	
Rated Power	25W
Polarisation	Vertical
Voltage	-
Isolation/Decoupling	-
Noise Figure	-
Termination	TNC bulkhead connector
Impedance	50 Ohms
MECHANICAL DATA	
	Insulated stainless steel whip
Operating Temperature	-30°C to +80°C
Mounting	On bracket with nut 1" Marine thread standard
Maximum wind velocity	200km/h
Antenna Length	400mm
Packaged weight / Volume	0.4kg / 50 x 5 x 5cm
Cables and Connectors	

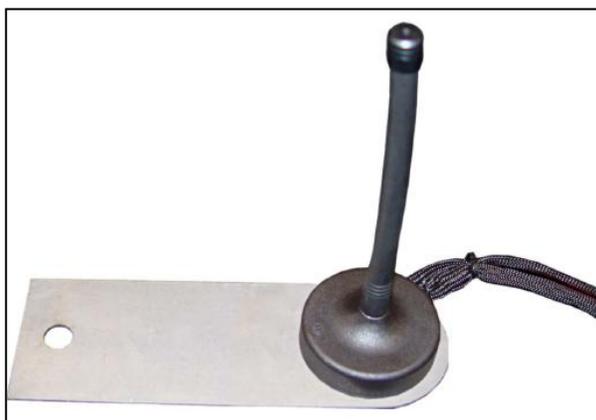
**FIGURA 30.** Información antenas

Fuente: MULTIBAND. Technologies : ORBCOMM & IRIDIUM ANTENAS 1 [en línea].

<http://www.multiband-antennas.com/index.php?mod=prod&id=37> .[Citado en Agosto 15 de 2008]

- **Antenas Bracket**

Para la instalación de la antena, se debe seleccionar el lugar para la misma. Esta antena tiene unos soportes específicos, para la instalación sobre la máquina. Como se puede ver en la FIGURA 31.

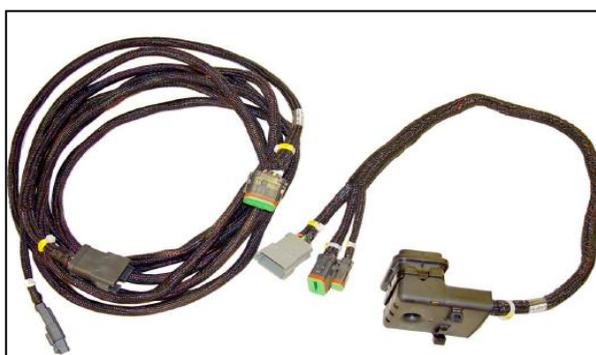


**FIGURA 31.** Antena bracket

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

- **Cables – Harnesses radio y ECM**

Con el fin de realizar la comunicación entre los Módulos electrónicos y la maquina CAT, se utilizan cables y harnesses, de conversión con el fin de enviar y transmitir la información. Estos se pueden visualizar en la FIGURA 32, en la que se muestran los arneses que se utilizan con el (PL121SR Radio), y el modulo de control electrónico (PL 300 ECM), respectivamente.



**FIGURA 32.** Cables – harnesses radio y ECM

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases.

- **Harnesses de Conversión**

En la FIGURA 33 se observan unos cables de colores y un arnés de conexión, El arnés transmite la información de los módulos electrónicos a los cables de conexión que son los encargados de llevar la información recopilada de los arneses directamente a los tableros de control de la maquinaria CAT.

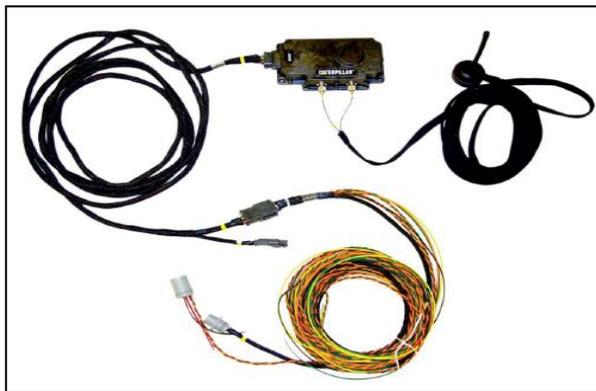


**FIGURA 33.** Harnesses de conversión

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

- **Conexión para maquinaria con PL 121 SR**

Existen dos posibilidades para instalar el módulo Product Link, la instalación PL 121SR y la instalación PL 300 ECM.



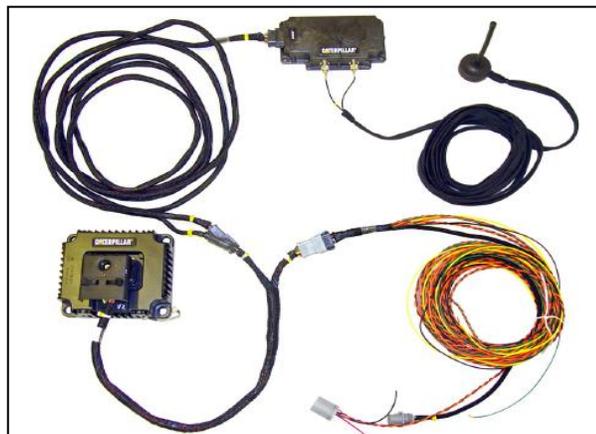
**FIGURA 34.** Conexión para maquinaria con PL 121 SR

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

En la FIGURA 34 se puede visualizar la conexión de instalación del Product Link PL 121 SR a cualquier equipo CAT. En esta se muestra que la antena va conectada directamente al módulo PL 121 SR, este se conecta al equipo CAT a través del arnés de conversión y el cable de colores, conexión descrita anteriormente.

- **Conexión para maquinaria con PL321SR**

La conexión del ProductLink PL 300 ECM, varía un poco respecto a la conexión del PL 121 SR, pues en esta el arnés que comunica el módulo PL 121 SR, se conecta a uno de los extremos del arnés del módulo de control electrónico PL 300ECM. Y el otro extremo del arnés de este módulo va conectado con los cables de colores que llevan la información al Equipo CAT, Como se puede observar en la FIGURA 35.



**FIGURA 35.** Conexión para maquinaria con PL321SR

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

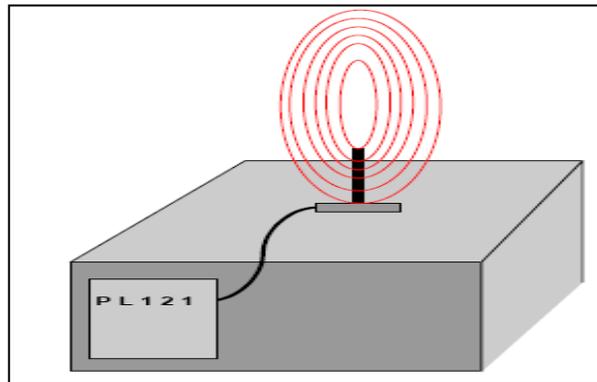
- **Forma correcta de instalación de la antena**

Es importante tener presente la ubicación de la antena, y la forma en que esta va a ser instalada en el equipo CAT, pues dependiendo de esta, la información será transmitida y recibida de forma adecuada.

El cable de la antena no debe pasar cerca de cualquier fuente de calor extremo, esta debe ser instalada en lugares donde la temperatura no exceda los siguientes

límites:  $-40^{\circ}\text{C}$  ( $-40^{\circ}\text{F}$ )-  $80^{\circ}\text{C}$  ( $176.0000^{\circ}\text{F}$ ), este Cable no debe estar sometido a “pellizcos “, este cable debe ser asegurado cada 47 cm., este cable no debe ser muy largo con el fin de no tener pérdidas en la información.

La antena debe ir instalada en el techo de la cabina de la maquina, ya que esta es una superficie plana de metal y es reflectante, de forma que las ondas de información sean distribuidas hacia arriba y hacia el exterior como se muestra en la FIGURA 36.



**FIGURA 36.** Antena instalada sobre una superficie plana. (Horizontal)

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

En la FIGURA 37, se muestran fotografías con de Antenas instaladas en maquinas Caterpillar.

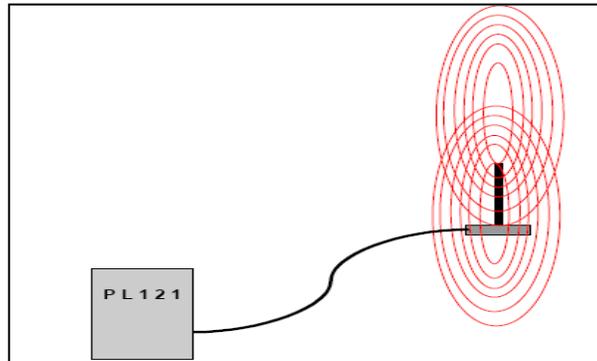


**FIGURA 37.** Fotos de la forma correcta de instalar las antenas

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

- **Formas incorrectas de instalar las antenas**

En algunas ocasiones estas antenas han sido instaladas de forma incorrecta, provocando que la información no llegue al satélite y no se pueda realizar el monitoreo de la maquinaria desde la central. Si estas no poseen una superficie horizontal reflectante las ondas se pueden interferir y no se transmite la información como se puede observar en la FIGURA 38.



**FIGURA 38.** Antenas instaladas sin superficie

Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

En la FIGURA 39, se muestra la fotografía de una antenas que fue instaladas en la maquinas Caterpillar de forma no adecuada, ya que esta no está en dirección al satélite, de esta forma existirán graves problemas con la información.



**FIGURA 39.** Fotos de la forma incorrecta de instalar las antenas

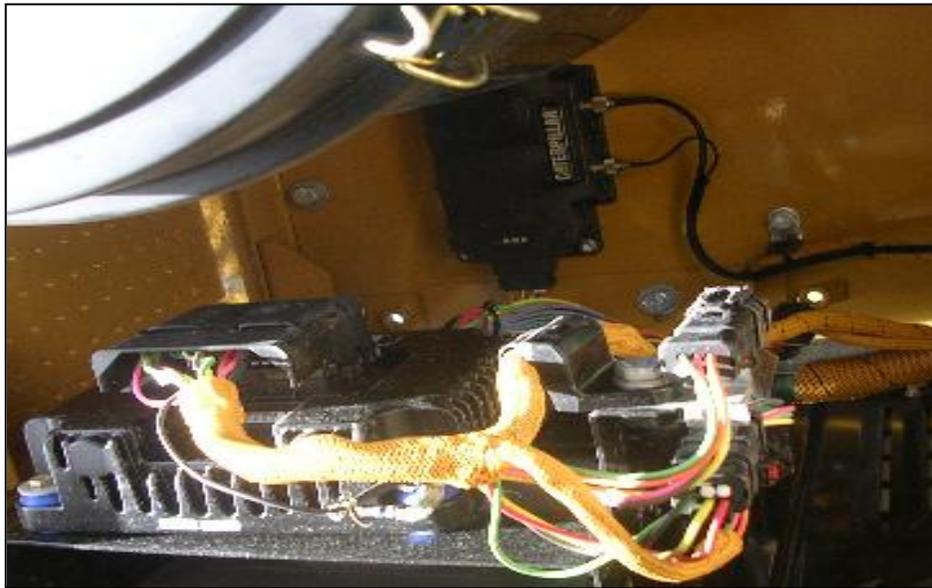
Fuente: CATERPILLAR INC. Caterpillar Production Link System: PL121SR AND PL321 [en línea]. <<https://sis.cat.com/sisweb/servlet/cat.cis.sis.PController.>> [Citado en Julio 29 de 2008] Disponible en SIS.CAT Research Databases

- **Instalación del módulo en la maquinaria**

Al momento de instalar los módulos electrónicos en la maquinaria CAT se deben tener en cuenta las siguientes observaciones:

El radio PL 121 SR debe estar ubicado con suficiente espacio, de tal forma que los cables de la antena no den curvas en el momento de la conexión, como se observa en la FIGURA 40. (Ver anexo B, plano eléctrico).

Este módulo no debe ser instalado en lugares donde la temperatura sea demasiado alta, debido a que las altas temperaturas pueden causar daños irremediables. El lugar preferido para el montaje del radio y el ECM está en el interior de la cabina, teniendo en cuenta la orientación de los conectores. Con el fin de minimizar la interferencia entre el radio y la antena estos deben conservar una distancia aproximada de 50 cm. Estos módulos deben ser instalados sobre una superficie plana y bajo la protección de la luz solar.



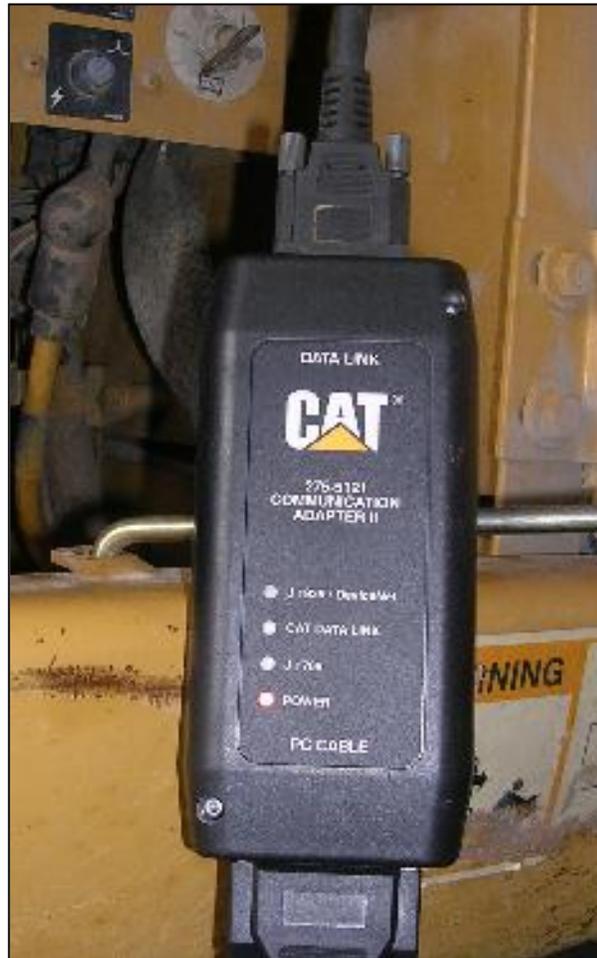
**FIGURA 40.** Modulo instalado PL 321 SR

Fuente: Fotografía tomada en Mantenimiento Excavadora 320D S/N A6F00304.

El módulo ECM no debe ser sometido a alta presión, aspersion o inmersión submarina. La exposición a alta presión, aspersion o inmersión submarina puede comprometer el conector sello y esto conducirá a fallas en la trasmisión de la comunicación.

### 5.1.3 Software de instalación y configuración del módulo del Product link ( PL 121sr / PL 321 SR)

Es necesario configurar la comunicación del tablero electrónico de la máquina con el modulo de control PL (121SR / 321SR) a través del uso del CAT ET Software, para esto debe utilizar el cable de control el cual va conectado entre el ordenador y el equipo CAT. (Ver FIGURA 41).

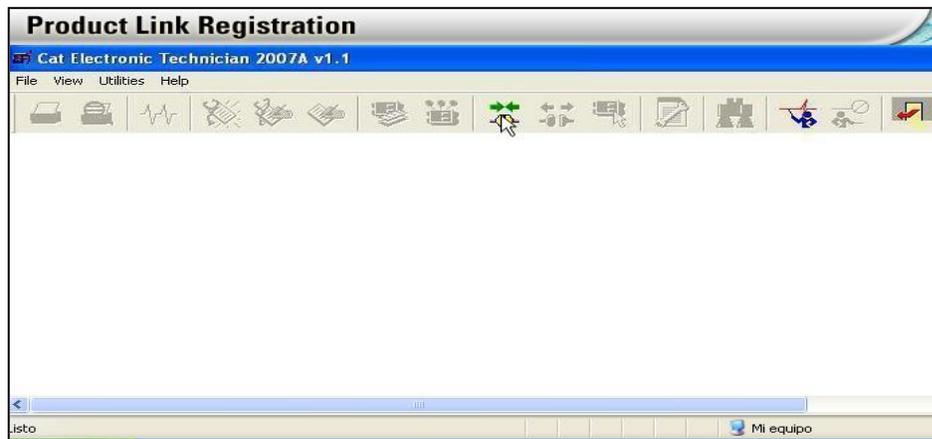


**FIGURA 41.** Foto del cable de control DATA LINK

Fuente: Fotografía tomada en Mantenimiento Excavadora 320D S/N A6F00304.

Una vez se conecta el equipo CAT con el ordenador PC, se ingresa a la aplicación software que permite realizar la comunicación CAT Electronic Technician 2007 V1.1 (CAT ET SOFTWARE), la presentación de este software se puede observar en el pantallazo de la FIGURA 42.

CAT Electronic Techician 2007 V1.1 (CAT ET SOFTWARE).

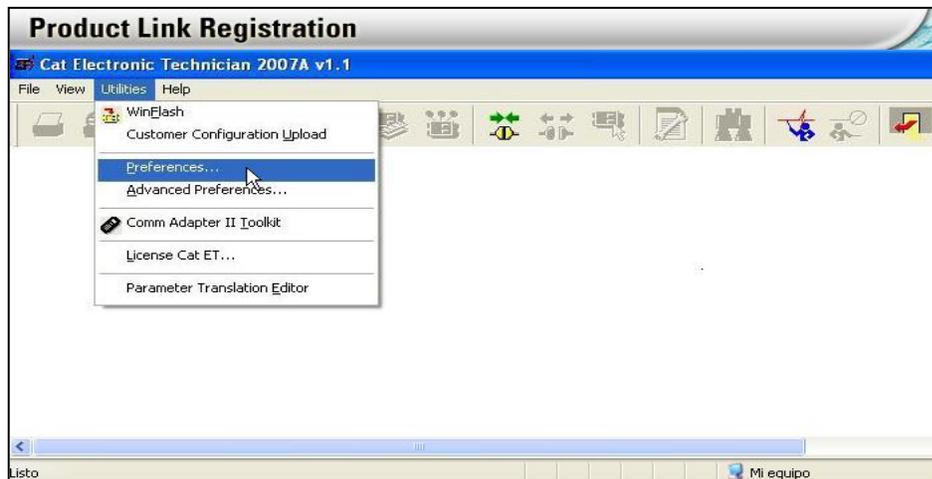


**FIGURA 42.** Panel de control del software

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Techician 2007 V1.1. Menu Principal

- **Selección del adaptador**

El primer paso que se realiza para realizar la comunicaron entre el satélite y la máquina es seleccionar el adaptador utilizado, para esto se ingresa al menú utilities, y se selecciona la opción Preferencias como se muestra en la FIGURA 43



**FIGURA 43.** Menú Utilities

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Techician 2007 V1.1. Selección Preferentes.

Una vez elegida esta opción se selecciona el adaptador de comunicaciones preferido. Y da clic en Ok. El adaptador recomendado para usar por Caterpillar es Adapter II (RP1210), como se muestra en la FIGURA 44.

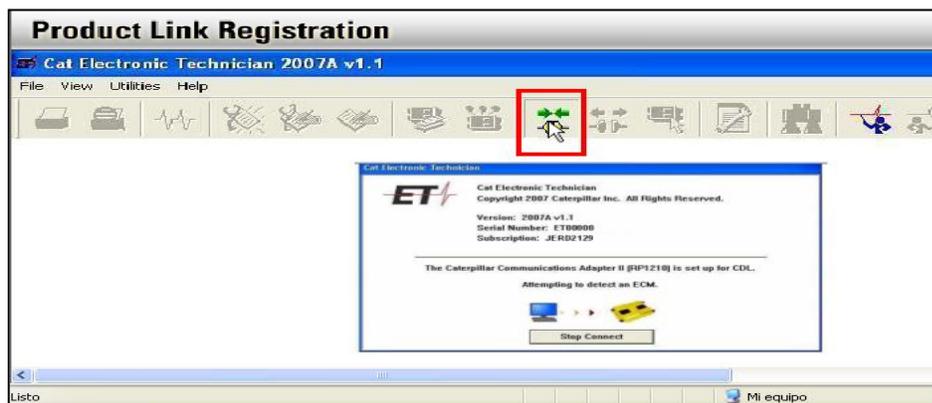


**FIGURA 44.** Menú Communication

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Techician 2007 V1.1. Ventana Preferences.

- **Conectar a la máquina**

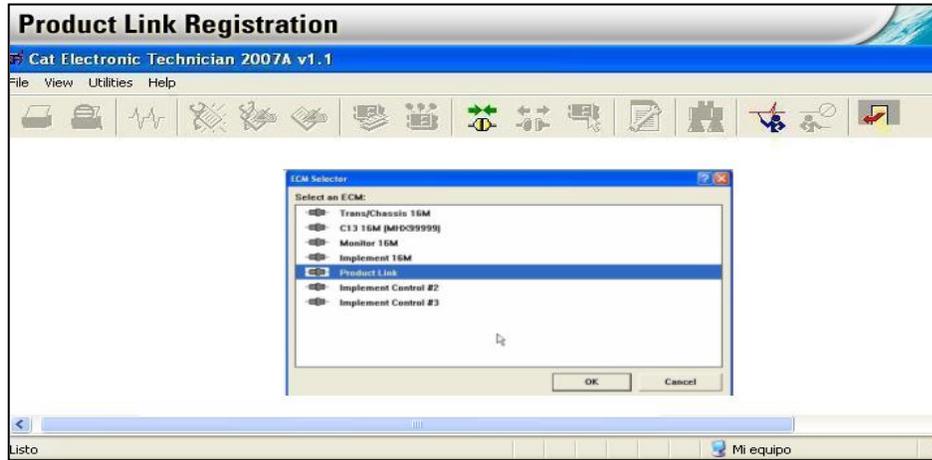
Para poder establecer la comunicación con el Product Link es necesario que esté conectado con la máquina. Clic, en connect. Espera unos segundos...., para garantizar que este bien conectado el PC con el módulo del Product Link, como se observa en la FIGURA 45.



**FIGURA 45.** Interfaz de conexión CAT ET

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Techician 2007 V1.1. Conexión CAT ET.

Una vez pasados estos segundos aparece el cuadro de diálogo ECM selector, se escoge la opción ProductLink y se da click en OK, como se muestra en la FIGURA 46.

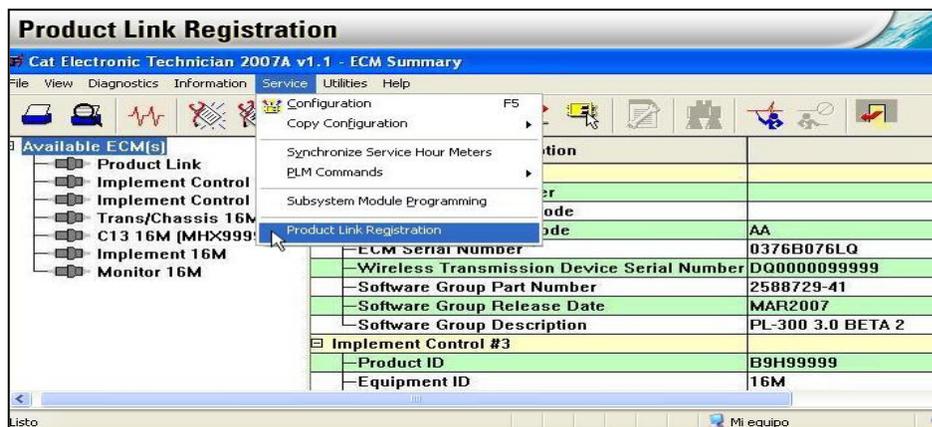


**FIGURA 46.** Opción Product link

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Techician 2007 V1.1. Ventana ECM Selector.

- **Registro del Product Link**

Ahora que el modulo del Product Link ha sido seleccionado, el radio debe ser registrado, Este activará la instalación del sistema, se debe seleccionar Product link Registration, del menú Service como se muestra en la FIGURA 47.



**FIGURA 47.** Menú Service

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Techician 2007 V1.1.Product Link Registration.

Continuando con el registro del radio se debe ingresar la información pedida y se debe dar clic en la opción synchronize como se ve en la FIGURA 48.

**Product Link Registration**  
Cat Electronic Technician 2007A v1.1 - Product Link Registration  
File View Diagnostics Information Service Utilities Help

Registration Status: Deregistered/Not Registered

Product Link Registration

Please enter registration details, and click the 'Register' button to send the Registration PLM Command.

Machine Make Code: AA

Machine Serial Number: B9H9999

Dealer Code: TD00 - DEMODEALER

Confirmation Email Address: adriana\_perez@gecolsa.com.co

Service Meter Hours: 213

**FIGURA 48.** Cuadro de registro de información

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Technician 2007 V1.1 Registration Status.

Una vez ingresada la información del radio a instalar en el equipo CAT, aparece un cuadro de diálogo, que se puede ver en la FIGURA 49 y se da clic en OK.

**Product Link Registration**  
Cat Electronic Technician 2007A v1.1 - Product Link Registration  
File View Diagnostics Information Service Utilities Help

Please enter registration details, and click the 'Register' button to send the Registration PLM Command.

Machine Make Code

Machine Serial Number

Dealer Code

Confirmation Email Address

Service Meter Hours

**Cat Electronic Technician**

All synchronizable ECM(s) have received the synchronization request. The result(s) are as follows:

Product Link - Success.  
C13 16M (MHX99999) - Success.

**FIGURA 49.** Cuadro de diálogo 1 CAT Electronic Technician 2007 V1.1

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Technician 2007 V1.1 Registration Success.

Se deben confirmar los detalles del registro, para esto se da click, en Register y en Yes. Como se ve en la FIGURA 50.



**FIGURA 50.** Cuadro de diálogo 2. CAT Electronic Techician 2007 V1.1  
Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Techician 2007 V1.1 Registration Yes.

Una vez hecho el registro aparece un mensaje, informando que el registro se hizo de forma exitosa. Y se da click, en OK, como se ve en la FIGURA51.



**FIGURA 51.** Cuadro de diálogo 3. CAT Electronic Techician 2007 V1.1  
Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Techician 2007 V1.1 Registration Ok.

- **Verificar mensajes Queue**

Una vez hecho el registro del equipo se deben verificar los mensajes recibidos, para estos en el menú Information, se selecciona la opción Status, como se ve en la FIGURA 52.



**FIGURA 52.** Menú Information

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Techician 2007 V1.1 Status.

En la FIGURA 53 se ve la opción Mensajes en queue; se observa que el valor mostrado en los parámetros es 1 cuando el registro se ha trasmitido con éxito, este valor cambiará a cero. Este proceso puede tomar entre 15 minutos y 1 hora dependiendo del rendimiento de la red.

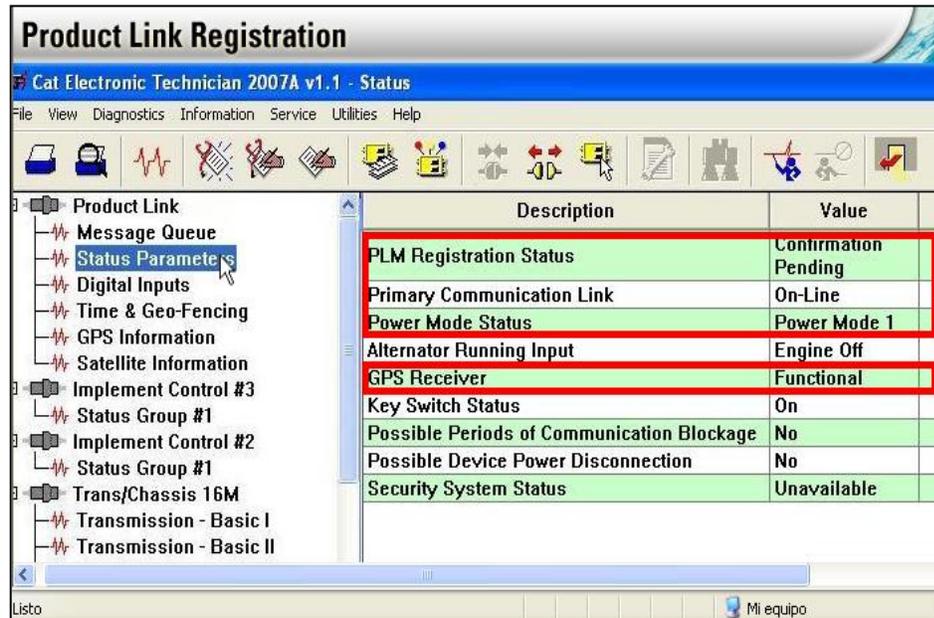
Description	Value	Unit
Queued Status Messages	0	0
Queued Event Messages	1	1
Queued Diagnostic Messages	0	0
Queued Registration Messages	1	1
Queued Administration Messages	1	1
Queued De-registration Messages	0	0
Queued Service Meter Change Messages	0	0
Queued Position Report	0	0
Queued SMU Report	0	0
Queued Fuel Report	0	0
Queued Time & Geo-Fencing Report	0	0
Queued ECM List Report	1	1

**FIGURA 53.** Menu Message Queue

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Techician 2007 V1.1Message Queue.

- **Verificar los parámetros del Status**

Además de los mensajes Queue, se deben verificar los parámetros del status, para ello se da click. en Status Parameters como se muestra en la FIGURA 54.



**FIGURA 54.** Menu Status Parameters

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Techician 2007 V1.1 Status Parameters.

Se observa que hay una confirmación pendiente, el link está On Line, status Power Mode está en 1., y el GPS Reciver esta de modo funcional.

Se debe verificar que el PLM Registration status cambia de estado Confirmation Pending a Registered; este estado cambiará a Registered cuando el módulo reciba la confirmación que el mensaje fue recibido y procesado satisfactoriamente en el EquipmentManager, en caso que esto no ocurra el estado cambiará a modo failed, si esto ocurre, los parámetros deben ser verificados con exactitud, si se necesitan cambios se debe repetir el proceso original de registro del Product Link, del menú Service.

Se debe verificar que el valor en el primary communication link sea On-line, esto indica que el módulo está en línea con la red satelital, si aparece el estado en offline, se debe solucionar el problema de la antena, verifique que la antena esta bien ubicada y que tiene vista libre al cielo.

Si el estado del Power mode status esta en mode 2 o mode 3 podría significar una demora en la entrega de los mensajes, se debe estar seguro que cambie a mode 1 esto asegura una optima comunicación. Verificar que el estado del GPS reciver esté en modo Funcional.

- **Verificar la información satelital**

Se debe chequear la información de los parámetros del satélite, para confirmar la comunicación satelital, para ello se da clic en la opción Satellite Information, como se ve en la FIGURA 55.



**FIGURA 55.** Menu Satellite Information

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Techician 2007 V1.1 Satellite Information.

De esta pantalla se puede extraer la información que la comunicación está establecida y que no hay error.

- **Confirmar el registro**

Para confirmar que el radio del equipo CAT ya se encuentra registrado se regresa al Status Parameters para verificar el estado, en esta pantalla se muestra que el módulo del Product Link se encuentra registrado, como se ve en la FIGURA 56



**FIGURA 56.** Módulo registrado

Fuente: Pantallazo, del Software en línea CAT Electronic Technician 2007 V1.1 Status Parameters.

## 5.2 SUPERVISION Y MONITOREO DE ADQUISICION DE DATOS DE LA MAQUINARIA DE CATERPILLAR

Se presenta un ejemplo de la supervisión y el monitoreo que se realiza a diario con la maquinaria de Caterpillar para el caso se muestra el monitoreo de un camión de obra ubicado en HOLCIM – PLANTA NOBSA, el modelo de este puede ser visualizado en la FIGURA 57



**FIGURA 57.** Foto del camión de HOLCIM – Planta Nobsa (773F EED00618)

Fuente: CABELLO, Alberto. Línea general de productos Caterpillar. [en línea].

<<http://albertocabello.files.wordpress.com/2007/07/linea-general-de-productos-caterpillar.pdf>> [citado en Mayo 29 de 2008]

La supervisión de la maquinaria se efectúa a través de la aplicación EquipmentManager del Product Link, en la que se adquiere el dato del horómetro y ubicación de la misma.

En la FIGURA 58 se observa un pantallazo del menú Localización y medidores de servicio para el camión 773F de Holcim, en la que se puede visualizar las características del modelo serie y datos del horómetro, y localización de la máquina

Información de equipo			Ver: --- Localización y medidores de servicio		
Cerrar todos	Modelo	Número de serie	Fecha/Hora de la última actualización ▲	Medidor de servicio (horas)	Localización
Abrir todos	988H	BXY01099	03/27/2008 11:01:39 AM	6514	4.55347 Km N of Sogamoso, Boyaca
EquipmentManager	773F	EED00618	03/27/2008 11:52:59 AM	433	4.6661 Km N of Sogamoso, Boyaca
Resumen/Búsqueda	773F	EED00619	03/27/2008 11:56:34 AM	347	5.50278 Km N of Sogamoso, Boyaca
Resultados	773F	EED00407	03/27/2008 11:57:03 AM	2466	4.65001 Km N of Sogamoso, Boyaca
Administración	773F	EED00408	03/27/2008 12:39:19 PM	2431	4.65001 Km N of Sogamoso, Boyaca
Preferencias					

**FIGURA 58.** Menu localización y medidores de Servicio

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Localización y medidores de servicio.

Mediante esta herramienta se accede al mapa de la ubicación de la misma y un historial de su posición como se ve en la FIGURA 59

Fecha/Hora ▼	Historial de localización
03/27/2008 11:52:59 AM	4.6661 Km N of Sogamoso, Boyaca
03/27/2008 10:43:00 AM	4.53738 Km N of Sogamoso, Boyaca
03/27/2008 05:50:10 AM	4.71437 Km N of Sogamoso, Boyaca
03/26/2008 11:49:14 PM	4.65001 Km N of Sogamoso, Boyaca
03/26/2008 05:52:00 PM	4.63392 Km N of Sogamoso, Boyaca
03/26/2008 11:49:40 AM	4.68219 Km N of Sogamoso, Boyaca
03/26/2008 05:54:52 AM	4.93963 Km N of Sogamoso, Boyaca
03/25/2008 11:49:14 PM	5.59932 Km N of Sogamoso, Boyaca
03/25/2008 05:51:26 PM	4.65001 Km N of Sogamoso, Boyaca
03/25/2008 11:49:03 AM	5.26143 Km N of Sogamoso, Boyaca

**FIGURA 59.** Datos de ubicación de la máquina

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Historial de ubicación.

Se accede a un resumen del estado de la misma, para verificar variables de presión, temperatura, alarmas del equipo, códigos de falla etc, este resumen se encuentra clasificado de acuerdo a la importancia que se le debe prestar, como se observa en el pantallazo de la FIGURA 60. En esta se observa que el equipo posee un evento en estado rojo, que se refiere a un mantenimiento que se debe realizar.

Resumen de suceso				
		Ver: Resultados de resumen de suceso		
Modelo	Número de serie	Actos	Estado	
773F	EED00619	Códigos de falla (2)	Acción	
		S.O.S. Sucesos (3)	Monitor	
		Códigos de falla (13)		
		Mantenimiento planificado que se debe realizar (1)	Normal	
		Códigos de falla (18)		
773F	EED00619	Mantenimiento planificado que se debe realizar (1)	Acción	
		Códigos de falla (6)	Monitor	
		Códigos de falla (15)	Normal	
		S.O.S. Sucesos (6)		
		Códigos de falla (53)		

**FIGURA 60.** Menu resumen de suceso

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Resumen de suceso.

Haciendo clic sobre este evento se despliegan las características, y para el ejemplo se observa que se debe realizar un mantenimiento planificado PM(2), con urgencia al camión 773F, pues el estado de este PM está en acción inmediata (Color rojo). Estado vencido. Informe muestra que se debe realizar cuanto antes PM(2), información que puede ser observada en la FIGURA 61.

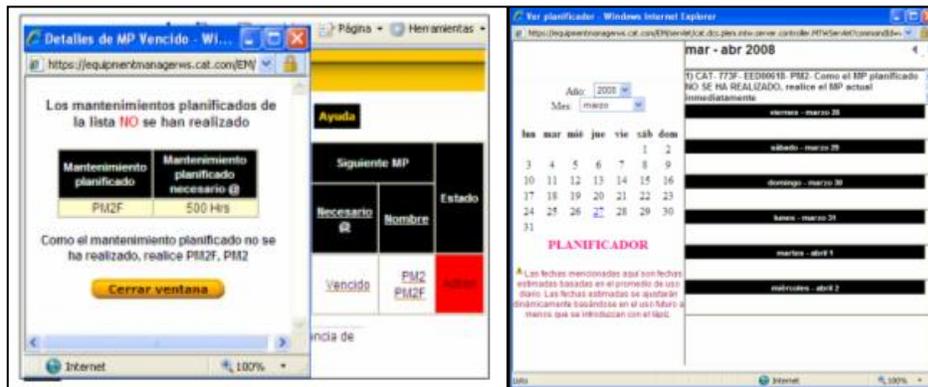
Mantenimiento planificado											
					Último mantenimiento planificado		Actual		Siguiete MP		Estado
Id de Equipo	Fabri-cante	Modelo	Número de serie	Realizado @	Notas de mantenimiento planificado	Medidor de servicio (horas)	Fecha/Hora	Necesario @	Nombre		
773F	CAT	773F	EED00619	236 Hrs		433	03/26/2008 11:49:14 PM	Vencido	PM2 PM2F	Acción	

©2001-2008 Caterpillar Todos los derechos reservados. | Avisos legales | El retiro | Convenio Caterpillar De Licencia de Usuario Final

**FIGURA 61.** Menu Mantenimiento Planificado

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Mantenimiento Planificado.

De acuerdo a la información, se programa el siguiente mantenimiento (PM2F), según información suministrada por el planificador que se puede observar en la FIGURA 62, en donde se describe las acciones que se deben que se deben efectuar de inmediato. Basándose en esta información suministrada por el EquipmentManager, se procede a llamar al cliente de la maquina (HOLCIM), para coordinar la fecha y la hora y efectuar el siguiente mantenimiento.



**FIGURA 62.** Planificador

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Planificador.

Otro evento que aparece en rojo en el resumen de la información son los códigos de falla, allí aparecen 6 códigos de falla que se encuentran en estado de alerta. Estos también son revisados para diagnosticar posibles fallas y plantear soluciones. Al ingresar a esta información se muestra un historial de averías de la máquina.

	Fecha/hora	Códigos de falla	Descripción de avería	Módulo	Instancias	Estado
<input checked="" type="checkbox"/>	03/21/2008 09:16:29 PM	EID:875	EID:875 - Low System Voltage	Chassis Control	2	Alerta
<input type="checkbox"/>	03/20/2008 03:21:48 AM	EID:119	EID:119 - Low Fuel Level	Chassis Control	1	Monitor
<input type="checkbox"/>	03/19/2008 12:54:06 AM	EID:194	EID:194 - High Exhaust Temperature	Engine	115	Normal
<input type="checkbox"/>	03/18/2008 06:42:33 PM	EID:194	EID:194 - High Exhaust Temperature	Engine	74	Normal
<input type="checkbox"/>	03/18/2008 12:50:46 PM	EID:194	EID:194 - High Exhaust Temperature	Engine	44	Normal
<input type="checkbox"/>	03/17/2008 10:19:33 PM	EID:194	EID:194 - High Exhaust Temperature	Engine	1	Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	03/17/2008 01:13:41 PM	EID:875	EID:875 - Low System Voltage	Chassis Control	4	Alerta
<input type="checkbox"/>	03/22/2008 09:37:23 PM	EID:194	EID:194 - High Exhaust Temperature	Engine	2	Normal
<input type="checkbox"/>	03/22/2008 07:48:39 AM	EID:362	EID:362 - Engine Overspeed	Chassis Control	2	Monitor
<input checked="" type="checkbox"/>	03/21/2008 09:16:41 PM	EID:542	EID:542 - Low Steering Pump Pressure	Chassis Control	3	Alerta

**FIGURA 63.** Listado de códigos de falla con alta prioridad

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Resumen de Códigos de falla.

En la FIGURA 63, observa que las variables de presión y voltaje del sistema de control del chasis, no están en condiciones adecuadas. Se revisa cada uno de los códigos de falla para efectuar la acción pertinente.

Con el fin de acceder a una información un poco mas detallada de cada uno de los códigos de falla reportaos al EquipmentManager, se selecciona uno de ellos y esta opción permite acceder a la Base de datos de información de Caterpillar SIS.web, de donde se puede obtener dicha información.

Para el caso del código de falla EID: 875 Sistema de Baja tensión, que está de color rojo se clasifica como una falla de ALTA PRIORIDAD.

Se accede a una información mas detallada de esta falla desde el SIS.web, como se observa en la FIGURA 64.

Como medida correctiva inmediata se informa al operario que la máquina se debe apagar con seguridad.

	Id de Equipo	Fabricante	Modelo	Número de serie	Códigos de falla	Fecha/Hora
		CAT	773F	EED00618	EID000875	03/21/2008 09:16:29 PM
Chassis	87	875	1	Low System Voltage		
Chassis	87	875	2	Low System Voltage		
Chassis	87	875	3	Low System Voltage		Shutdown Safely
Chassis	87	876	1	High System Voltage		
Chassis	87	876	3	High System Voltage		Shutdown Safely

**FIGURA 64.** Códigos de fallas1

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Información para códigos de falla1.

Para el caso del código de falla EID: 542 Baja dirección de la presión de la bomba, que está de color rojo se clasifica como una falla de ALTA PRIORIDAD.

Se accede a una información mas detallada de esta falla desde el SIS.web, como se observa en la FIGURA 65.

Como medida correctiva inmediata se informa al operario que la máquina se debe apagar con seguridad.

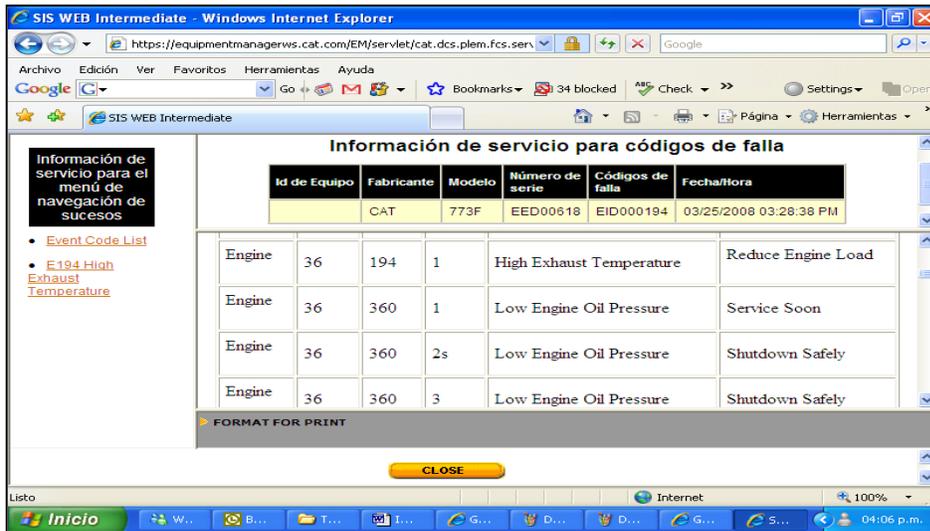
Id de Equipo	Fabricante	Modelo	Número de serie	Códigos de falla	Fecha/Hora
	CAT	773F	EED00618	EID000542	03/21/2008 09:16:41 PM
Chassis	87	531	2	Low Transmission Oil	Service Required
Chassis	87	542	3	Low Steering Pump Pressure	Shutdown Safely
Chassis	87	617	1	Machine Lockout Active	Block Wheels
Chassis	87	620	1	Starter Lockout Active	Block Wheels

**FIGURA 65.** Códigos de fallas2

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Información para códigos de falla2.

Para el caso del código de falla EID: 194 Alta temperatura de escape, que está de color amarillo se clasifica como una falla de MEDIA PRIORIDAD. Se accede a una información mas detallada de esta falla desde el SIS.web, como se observa en la FIGURA 66.

Como medida correctiva inmediata se informa al operario que la máquina se debe reducir la carga del motor. Una vez realizado el monitoreo y supervisión de la maquinaria que se encuentra dentro del CSA (Customer Service Agreements), se procede a programar los mantenimientos, ingresar información del horómetro al DBS y realizar llamadas al operario de la maquina e indicarle la acción que debe seguir para solucionar el reporte de la falla, de acuerdo a la información suministrada por el EquipmentManager.



**FIGURA 66.** Códigos de fallas3

Fuente: Pantallazo, del Software en línea EquipmentManager de CAT. Información para códigos de falla3.

### 5.3 INFORMACION INGRESADA A LA BASE DE DATOS DBS

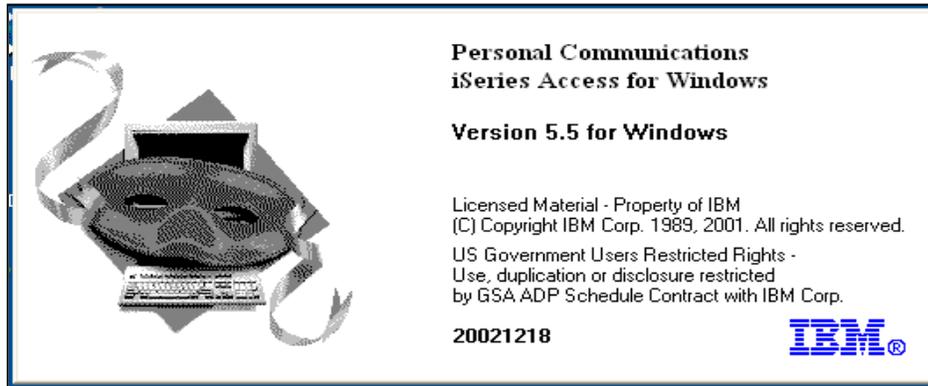
El DBS es la base de datos de Caterpillar, diseñada por IBM, esta base de datos permite el almacenamiento de toda la información de los equipos que hacen parte de Gecolsa. En esta se realizan todas las operaciones internas de la empresa, desde la parte administrativa hasta la parte técnica que se involucra en esta, el ícono que permite el acceso a esta base de Datos se ve en la FIGURA 67.



**FIGURA 67.**Icono para ingresar al DBS

Fuente: Pantallazo, del Icono del Software DBS .WS

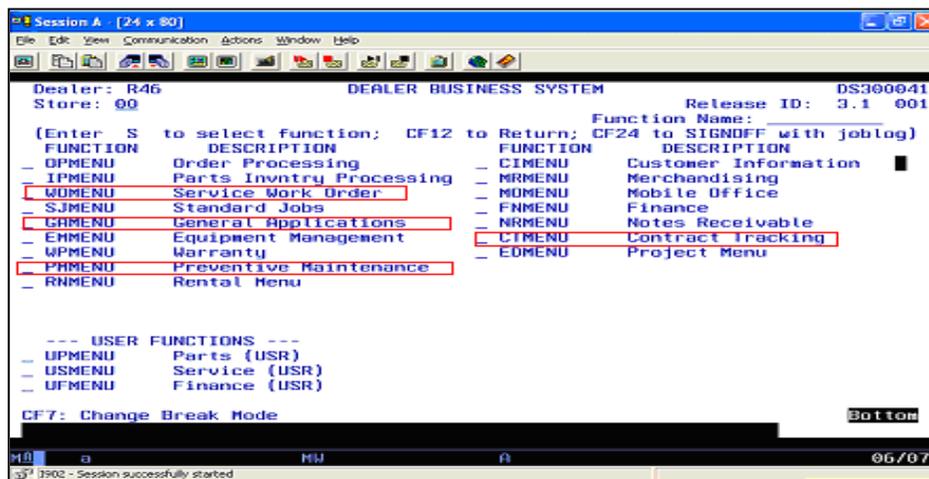
En la FIGURA 68 se muestra un pantallazo de la licencia de este Software proporcionada por IBM.



**FIGURA 68.** Descripción de licencia de Software  
Fuente: Pantallazo, Licencia DBS .WS.

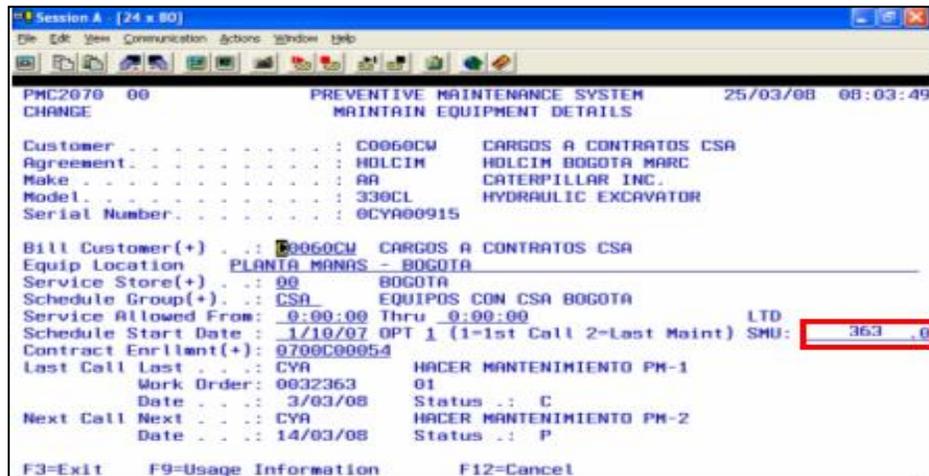
La pagina principal del DBS es el Dealer business system la cual puede ser observada en la FIGURA 69, en esta figura se muestra todos los menús que posee el DBS, y los Menús ejecutados de esta base de datos. Los MENUS utilizados para ingresar la información en el DBS son:

1. WOMENU: Se encuentran los datos generales del cliente y la máquina.
2. GAMENU: Se encuentran aplicaciones generales del DBS
3. PMMENU: Se realizan los cambios necesarios para el mantenimiento Preventivo de la máquina
4. CTMENU: Se encuentran datos del contrato de la maquinaria y el Cliente.



**FIGURA 69.** Menús ejecutados en el DBS  
Fuente: Pantallazo, Main menú DBS, DEALER BUSINESS SYSTEM.

Se muestra un ejemplo para actualizar el dato del horómetro de la máquina Modelo 330CL y serie CYA00915. Para ello se ingresa al PMMENU, se selecciona el equipo al cual se desea actualizar el dato de la máquina y se digita la información de los espacios en blanco, como se muestra en la FIGURA 70. Una vez diligenciada la información se regresa al menú principal y la información queda cargada en la base de datos. DBS.



**FIGURA 70. PM MENU**

Fuente: Pantallazo, Main mantenimiento menú DBS, Preventive Maintenance System, Maintain Equipment Details.

## 5.4 EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE LA MAQUINARIA DE CATERPILLAR

De acuerdo a la información suministrada por el técnico de los mantenimientos realizados en los diferentes equipos, se evalúa la maquinaria y se envía al cliente dicha evaluación.

### 5.4.1 Para las Plantas eléctricas de Caterpillar

En la FIGURA 71 se observa el modelo de la lista de chequeo con las actividades que debe realizar el técnico a las plantas eléctricas de Caterpillar; esta lista fue diseñada directamente por los fabricantes CAT. En esta figura además se encuentra la información básica de identificación interna del equipo, fecha en la cual se realizan actividades como la toma de mediciones de voltaje de la batería, presión del aceite, temperatura del refrigerante, voltaje de generación de la misma

y actividades de inspección que deben ser realizadas con el fin de poder diagnosticar fallas específicas de la planta y garantizar el correcto funcionamiento de la misma. Esta figura muestra un ejemplo del formato diligenciado para la inspección y mantenimiento de la planta eléctrica MOD 3412 S/N 9EP03995.

DESCRIPCION		OK	NOTAS
MEDICION	1 Bateria _____ 26 _____ VDC.	✓	
MEDICION	2 Presión de aceite _____ 96 _____ PSI	✓	
MEDICION	3 Temperatura refrigerante _____ 100 _____ °F	✓	
MEDICION	4 Voltaje Generación _____ 210 _____ VAC.	✓	
MEDICION	5 Frecuencia Generación _____ 60 _____ Hz	✓	
MEDICION	6 Amperaje Generación _____ Ø _____ A	✓	En carga
REVISION	7 Visual de sistema de lubricación, para verificar fugas	✓	
REVISION	8 Del filtro primario y secundario de combustible. Verificar Presión combustible	✓	
ADICIONAR	9 Adicione refrigerante, si es necesario.	OK	
CHEQUEAR	10 Chequear el empaque de la tapa del radiador. Cámbielo si es necesario.	✓	
INSPECCION	11 Revise las correas del alternador y del ventilador, Cámbielas si es necesario.	✓	

**FIGURA 71.** Lista de Chequeo del mantenimiento de la planta eléctrica  
 Fuente: Pantallazo, Lista de Chequeo a Planta eléctrica Mod 3412 S/N 9EP03995 de Cúcuta.  
 Research Databases

#### 5.4.2 Evaluación de la Planta eléctrica enviada al cliente

El proceso de evaluación comprende la recepción del informe del estado de la planta generado por el técnico, que contiene las medidas que indican el estado de

funcionamiento de la planta, estas medidas son comparadas con los parámetros de operación especificados por el fabricante de la misma. De acuerdo con el resultado del análisis se presenta un diagnóstico de la planta mediante un informe para el cliente, que puede ser observado en la Figura 72.

	
<b>ADMINISTRACION DE CONTRATOS CSA.</b>	
Avenida las Américas No. 42A - 21 TELS: 405-5544 / 405-5554 FAX: 268-8766 / 2684902 / 268-8091 A.A. 3644 Internet e-mail: adriana_perez@gecolsa.com.co	
12 de JUN, 2008	
<b>CLIENTE</b>	: PANAMERICANA
<b>EQUIPO</b>	: 3412 PKGG
<b>NUMERO DE SERIE</b>	: 9EP03995
<b>FAMILIA</b>	: PLANTA ELECTRICA
<b>TRABAJO PRINCIPAL</b>	: PLANTAS Y GENERADORES
<b>SMU</b>	: 52 horas
<b>PM TIPO</b>	: INSPECCION DE PLANTA ELECTRICA
<b>FECHA DE EJECUCION</b>	: 11 - JUN – 2008
<b>WORK ORDER</b>	: 0032826
<b>Ref.</b> Planta eléctrica programada para realizar segunda visita de inspección. <b>INSPECCION DE PLANTA ELECTRICA.</b>	
El día 11 de Junio se realiza inspección a la Planta eléctrica 3412 PKGG N/S 9EP03995, ejecutando el siguiente listado de tareas programadas.	
<b>TAREAS EJECUTADAS:</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Medición de Batería.</li><li>2. Medición de la presión de Aceite,</li><li>3. Medición de temperatura refrigerante.</li><li>4. Medición del Voltaje de Generación.</li><li>5. Medición Frecuencia Generación</li><li>6. Medición Amperaje Generación</li><li>7. Revisión visual de sistema de lubricación, para verificar fugas</li><li>8. Revisión del filtro primario y secundario de combustible, verificar presión</li><li>9. Adicionar refrigerante./ En caso de ser necesario</li><li>10. Chequear el empaque de la tapa del radiador. / Cambiar si es necesario</li><li>11. Inspección de las correas ventilador y alternador / Cambiar si es necesario</li><li>12. Chequear Ajuste de tornillos de sujeción del alternador. Todas las abrazaderas flojas. / Cambiarlas en caso de ser necesario.</li><li>13. Inspección de todas las mangueras por fugas, porosidades, o quiebres.</li><li>14. Chequear batería Caterpillar, ajuste de tornillos de bornes, en otras Baterías del electrolito.</li></ol>	

15. Limpieza del respiradero del cárter del motor.
16. Inspección del indicador del filtro del aire.
17. Inspección de todos los parámetros de la planta.

**OBSERVACIONES:**

1. Al revisar los fluidos del motor y los filtros de aceite, aire y combustible, se encontraron en buen estado.
2. Se realizaron pruebas en vacío y se tomaron valores indicados en checklist, encontrando los parámetros dentro del rango esperado.
3. Se probaron protecciones del motor.
4. La planta se encuentra en condiciones operativas,
5. No se realizaron pruebas con carga, el almacén se encontraba en horas de servicio.
6. Se realizó instrucción básica de operación del tablero de control. (Botón para ver Horómetro.)



Atentamente,

Adriana Milena Pérez R.  
Ingeniera Electrónica.  
Coordinadora de Contratos CSA.  
Cel: 318 472 72 72.  
Gecolsa – Bogota.  
Zona Central.

**FIGURA 72.** Informe Técnico de mantenimiento a Planta Eléctrica para clientes  
Fuente: Pantallazo, Informe Técnico de Planta Mod 3412 S/N 9EP03995 de  
Cúcuta. Research Databases

En el encabezado de este informe se encuentra la información principal de la oficina CSA encargada de administrar los contratos de supervisión y mantenimiento

de los equipos CAT. En el cuerpo del informe se incluye información de las especificaciones generales del equipo a evaluar, se realiza una descripción de la fecha de ejecución y las actividades realizadas durante el mantenimiento, se describen las observaciones encontradas y se evalúa la operatividad del equipo.

### 5.4.3 Para la Maquinaria de Caterpillar

En la FIGURA 73 se observa el modelo de la lista de chequeo con las actividades que debe realizar el técnico a la retro cargadora MOD 420E de Caterpillar; esta lista fue diseñada directamente por los fabricantes CAT.

En esta figura además se encuentra la información básica de identificación interna del equipo, horas trabajadas y ubicación del equipo.

Page	1	BACKHOE LOADERS			2/14/2006
Model	420E	Serial Prefix	HLS	Serial Range	00001-99999 Interval P M 1 ( 7 5 0 )
Equipment ID:	420E	Date:	14/05/2008	Work Order No.:	0033295
Serial No.:	HLS04656	Location:	SUBACHOQUE	Customer Name:	CONSTRUCTORA PI
SMU:	750	Employee:	_____	Customer Acct No.:	_____
OMM Media Number	SEBU7687-03	Parts Book Media Number	SEBP3703		
<p><b>Note:</b> THIS PLANNED MAINTENANCE CHECKLIST ("CHECKLIST") IS MEANT TO BE A QUICK REFERENCE ONLY. IT DOES NOT REPLACE THE OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL ("OMM") APPLICABLE TO YOUR MACHINE. THE DATA ON THIS CHECKLIST MAY BE CHANGED OR UPDATED WITHOUT NOTICE. The data on this Checklist corresponds to the extended fluid changes for the engine oil, and/or the hydraulic oil, and/or the Extended Life Coolant recommended in the OMM applicable to your machine when (i) the guidelines provided in the OMM are followed and (ii) certain applications and operating conditions outlined in the OMM are met. The data herein relate to the OMM recommendations in effect on the date of this Checklist that may be applicable to your machine. However, your machine may require different oil and/or coolant change intervals from those shown on this Checklist. Consult the OMM applicable to your machine and refer to its guidelines and your scheduled oil sample results to determine the optimum oil and/or coolant change intervals for your machine.</p>					
Instruction		OK	Comments		
1	PERFORM PM 1				
2	TAKE & ANAL S-O-S SAMP FROM ENGINE		Engine oil sample		
3	INSPECT V-BELT(S)				
4	CHECK DIFFERENTIAL OIL FRONT				
5	CHECK DIFFERENTIAL OIL REAR				
6	CLEAN DRIVE AXLE BREATHER FRONT				
7	CLEAN DRIVE AXLE BREATHER REAR				
8	CHECK FINAL DRIVE FLUID LEVEL FRONT				
9	CHECK FINAL DRIVE FLUID LEVEL REAR				

**FIGURA 73.** Lista de Chequeo de mantenimiento 750 hrs de Retrocargadora 420E  
 Fuente: Pantallazo, Lista de Chequeo a Retrocargadora Mod 420E S/N HLS04656 en Subachoque.  
 Research Databases

#### 5.4.4 Evaluación de la Maquinaria de Caterpillar enviada al cliente

En virtud de los procesos de evaluación determinados por Caterpillar, la maquinaria es evaluada con un procedimiento similar al aplicado con las plantas eléctricas en la sección 5.4.2. La FIGURA 74 muestra el informe técnico enviado al cliente de un mantenimiento PM 750 HORAS realizado a la retrocargadora MODELO 420E, en el que se incluye la información interna de la máquina, las tareas realizadas y las observaciones encaminadas a garantizar el buen funcionamiento de la maquina bajo evaluación.

	
<b>ADMINISTRACION DE CONTRATOS CSA</b>	
Avenida las Américas No. 42A - 21	
TELS: 405-5544 / 405-5554	
FAX: 268-8766 / 2684902 / 268-8091	
A.A. 3644	
Internet e-mail: <a href="mailto:adriana_perez@gecolsa.com.co">adriana_perez@gecolsa.com.co</a>	
<hr/>	
<b>23 Mayo, 2008</b>	
<b>CLIENTE</b>	: CONSTRUCTORA PI
<b>EQUIPO</b>	: 420E
<b>NUMERO DE SERIE</b>	: HLS04656
<b>FAMILIA</b>	: Retro Cargadora
<b>TRABAJO PRINCIPAL</b>	: Construcción
<b>SMU</b>	: 816 horas
<b>PM TIPO</b>	: PM1 (750 hrs)
<b>FECHA DE EJECUCION</b>	: 15 de Mayo del 2008
<b>WORK ORDER</b>	: 0033295
<b>Ref.</b> Equipo programado para ejecutar PM-1de 750 horas al las 816 hrs de trabajo aprox.	
<b>MANTENIMIENTO PM-1.</b>	
Se ejecuta servicio de mantenimiento preventivo en la Retro cargadora CAT420E HLS04656, ejecutando el siguiente listado de tareas programadas.	
<b>TAREAS EJECUTADAS:</b>	
1. Toma de muestra de Aceite S.O.S motor.	
2. Cambio del filtro de aire.	
3. Cambio de filtro separador de agua.	
4. Cambio de aceite y filtro del motor.	
5. Inspección de correas en V.	

6. Revisión diferencial delantero del equipo.
7. Revisión diferencial trasero del equipo.
8. Limpieza del drive axle del equipo.
9. Revisión del mando final.
10. Inspección general del sistema eléctrico.

**OBSERVACIONES:**

Al realizar el mantenimiento PM1 (750Horas) se encontró:

1. Seguro de los controles de la retro dañados, no asegura.
2. Cilindro estabilizador izquierdo con fuga por sello, el vástago tiene señas de haber sido golpeado.
3. Manguera del control de la retro con fuga. Manguera en buen estado posiblemente O-Ring desgastado.
4. Se encontró limadura excesiva en el aceite del mando final trasero izquierdo se sugiere tomar acción correctiva urgente. ( Acción realizada por Garantía).

**RECOMENDACIONES:**

1. Se recomienda lavar con agua a presión el equipo y sopletar de manera apropiada los filtros de aire propios de este requerimiento durante los intervalos de mantenimiento para asegurar mejores condiciones de operatividad en el equipo. El máximo permitido es de 30psi.

**REPUESTOS UTILIZADOS EN PM-1.**

1	5P-0960	GREASE CARTRIDGE
1	7W-2326	FILTER A
1	227-7448	FILTER PRIM
1	228-9130	FILTER-FILT
1	SOS2002A	KIT MUESTRA ACEITE
2	3E9714	ACEITE CAT MOTOR D

Atte,

Adriana Milena Pérez.  
 Ingeniera Electrónica.  
 Coordinadora de Contratos CSA.  
 Cel: 318 472 72 72.  
 Gecolsa – Bogota.  
 Zona Central.

**FIGURA 74.** Informe Técnico de mantenimiento a Retrocargadora 420E para clientes

Fuente: Pantallazo, Informe Técnico Retrocargadora 420E S/N HLS04656 de Subchoque. Research Databases

Dentro de las actividades realizadas en los mantenimientos de la maquinaria CAT, se toman muestras S.O.S de aceite en los diferentes compartimientos del equipo, las cuales son enviadas al laboratorio de análisis de aceite, en donde se encargan de estudiar dichas muestras para luego enviar un diagnostico anunciando la presencia de partículas metálicas en las mismas. El formato enviado por el laboratorio al cliente se puede ver en la FIGURA 75.

De acuerdo a un análisis de tendencias del comportamiento de dichas partículas se pueden identificar los compartimientos dentro del equipo que pueden estar operando disfuncionalmente.

Para el ejemplo se observa en la FIGURA 75 el resultado de la muestra del aceite S.O.S del mando final delantero de la retrocargadora 420E. En este resultado el laboratorio plantea unas observaciones que se tienen en cuenta en el análisis de la tendencia del comportamiento de las partículas.

COMPARTMENT SAMPLE HISTORY (Long Version)										
Serial Number : HLS04656										
Equipment Number : 4656										
Model : 420E CAT - CATERPILLAR										
Company : CONSTRUCTORA PISA										
Address :										
Phone :										
Compartment : MANDO FINAL IZQ TRASERO						Shop Job Number :				
Process Date : 06-Apr-2008						Fluid Brand :				
Sampled Date : 01-Apr-2008						Fluid Weight :				
Meter : 554						Fluid Changed : N				
Meter on Fluid : 554						Filter Changed : N				
Action Suggested : HIERRO ALTO. CROMO, SODIO Y POTASIO PARECEN DE ATENCION EN ESTA PRIMERA MUESTRA. ALGUNAS PARTICULAS FINAS DEL SUELO Y METAL SON VISIBLES. POSIBLE ASENTAMIENTO INICIAL. TOME ACCION PARA LIMPIAR EL COMPARTIMIENTO. TOME OTRA MUESTRA PARA SEGUIMIENTO.										
Customer Notes										
Cu	Fe	Cr	Pb	Al	Si	Mo	Na	Sn	Ni	K
1	524	9	1	1	6	0	9	0	2	14
W A V100										
N N 10.9										

**FIGURA 75.** Resultado de muestra de aceite motor  
 Fuente: GECOLSA CAT. Herramientas en línea . [en línea].  
 <[https://sosservices.cat.com/OilAnalyse\\_Pilot.aspx](https://sosservices.cat.com/OilAnalyse_Pilot.aspx) >  
 Research Databases .

## 6. METODOLOGIA UTILIZADA

La metodología utilizada para el desarrollo de la práctica es una metodología cualitativa, ya que se realiza un estudio detallado del manejo del ProductLink, pues el objetivo principal es poder dar solución a necesidades inmediatas que se han presentado en cuanto al monitoreo por condición, de la maquinaria en funcionamiento. Esta metodología se puede resumir en los siguientes pasos:

- Búsqueda y estudio de información del ProductLink; documentación suministrada por la base de datos de Caterpillar.
- Familiarización con el hardware y software del ProductLink.
- Aplicación de la información (Monitoreo por condición de la maquinaria).
- Implementación del Monitoreo en la planificación de mantenimientos, y en la toma de decisiones de acuerdo a la evaluación de la maquinaria.
- Generación de un manual de usuario del ProductLink.
- Elaboración de resumen semanal de las actividades con el fin de realizar los informes quincenales a entregar a la universidad.
- Realimentación de dichos resúmenes e informes para generar los informes Bimensuales e informe final.
- Diseño de un cronograma de actividades en donde se incluyen hipervínculos para acceder a los informes quincenales, informes bimensuales e informe final, el cual tiene las siguientes características para su interpretación:
- La información que se encuentra en este cuadro se organizó como la intersección de la fila de semanas trabajadas contra la columna actividades realizadas; esta columna contiene numeración, descrita con cada actividad en la partes inferior de dicha matriz.
- Se clasificaron las actividades realizadas semanalmente durante cada bimestre, con un color específico, de tal forma que el primer bimestre se ha representado con el color violeta, el segundo bimestre con el color verde, y el tercer y último bimestre con el color naranja como puede ser observado a Tabla 1.

**Tabla 1.** Cronograma de Actividades desarrolladas en la empresa

PLAN TRABAJO	MESES / SEMANAS																											
	FEB		MARZO					ABRIL					MAYO					JUNIO					JULIO					AGOSTO
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
1.	█	█						█				█																
2.	█	█																										
3.																												
4.		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
5.		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
6.			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
7.				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
8.																												
9.				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
10.																												
11.									█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
12.													█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
13.																												
14.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13													
15.							IB											II B								FIN		
INFORMACION ANEXOS	1. MANUAL USUARIO 2. PLANOS ELECTRIC							3. INFORMACION TEORICA					4. INFORMES TECNICOS					5. SISTEMA TRANSMISION DE DATOS CATERPILLAR.										

1. Familiarización con el software EquipmentManager.
2. Familiarización con el Product Link, módulos, antenas conexiones.
3. Familiarización con la Base de datos DBS.
4. Trabajo con el software EquipmentManager, con el Maintenance watch.
5. Trabajo con el software EquipmentManager, con el Asset Watch.
6. Ingreso de la información del horómetro de la maquinaria al DBS.

7. Familiarización con la instalación del ProductLink en la maquinaria.
8. Familiarización con el software de instalación del Product Link. (CAT ET SOFTWARE)
9. Monitoreo y supervisión de la maquinaria mediante el Software EquipmentManager.
10. Se implementó el control supervisorio a los equipos de Caterpillar.
11. Implementación del Software de instalación. CAT Electronic Technician 2007 V1.1 (CAT ET SOFTWARE), a equipos de Caterpillar que requieren Instalación del ProductLink.
12. Evaluar el desempeño de la maquinaria Caterpillar.
13. Generación de un manual de usuario, del ProductLink de acuerdo a las actividades realizadas en la empresa.
14. Informes quincenales.
15. Informes bimensuales, Final.

Esta matriz de información permite observar de forma fácil las actividades desarrolladas semanal, quincenal y bimensualmente e identificar los periodos entre los cuales fueron elaborados los informes quincenales y bimensuales enviados a la universidad, cuyo resumen de informe se relaciona en las tablas de actividades desarrolladas en la empresa específicamente dentro del periodo quincenal correspondiente a fin de cumplir con los objetivos planteados inicialmente así:

Informe quincenal 1:

Periodo comprendido entre Febrero 18 del 2008 hasta Marzo 03 de 2008 inclusive.

**Tabla 2.** Actividades desarrolladas: identificación software

Actividad Realizada	Observación
En estos primeros días se realizó:	
Familiarización con el software que se va a manejar durante el periodo de la práctica en la empresa, EquipmentManager.	Software diseñado por Caterpillar para realizar el monitoreo por condición de la Maquinaria.
Familiarización con el Product Link, módulos, antenas conexiones.	Novedoso hardware, para la transmisión de datos de la maquinaria vía satelital.
Familiarización con la Base de datos DBS.	Este software fue diseñado por IBM, para manejar la información de la maquinaria de Caterpillar.

Informe quincenal 2:

Periodo comprendido entre: Marzo 03 del 2008 Hasta: Marzo 17 del 2008 inclusive

**Tabla 3.** Actividades desarrolladas: Monitoreo de Equipos y actualización base de datos DBS

Actividad Realizada	Observación
En estos 15 días se realizó:	
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Maintenance watch. - Monitoreo del Mantenimiento de las maquinas pertenecientes a Holcim, Plantas manas, Planta Nobsa, Acerias, y Equipos nuevos.	Se programaron mantenimientos preventivos a las diferentes máquinas que han estado en funcionamiento de acuerdo a la información suministrada vía satelital por el horómetro de cada una.
Asset watch.- Monitoreo Básico, de los Equipos que poseen instalado únicamente el modulo PL 121 SR	Se hizo la supervisión, la vigilancia, y ubicación de la maquinaria de acuerdo con los datos obtenidos del GPS del ProductLink.
Ingreso de la información del horómetro de la maquinaria a la Base de datos DBS.	Se ingresó un resumen de la información de las horas trabajadas por cada equipo, información suministrada de historiales de reportes del EquipmentManager.

Informe quincenal 3:

Periodo comprendido entre Marzo 17 del 2008 Hasta: Marzo 31 del 2008 inclusive

**Tabla 4.** Actividades desarrolladas: Identificación equipos y software del ProductLink

Actividad Realizada	Observación
En estos 15 días se realizó:	
Familiarización con la instalación del ProductLink en la maquinaria.	Se hizo una introducción a la instalación del Product Link en la maquinaria.
Familiarización con el software de instalación del Product Link.	Se realizó investigación de la información del manejo de este Software, base de datos de Caterpillar.
Monitoreo y supervisión de la maquinaria mediante el Software EquipmentManager	Este monitoreo de la maquinaria se realiza diariamente.

Informe quincenal 4:

Periodo comprendido entre Marzo 31 del 2008 Hasta: ABRIL 14 del 2008 inclusive

**Tabla 5.** Actividades desarrolladas: Supervisión equipos mediante software EquipmentManager (Camión MOD 773F SN EED00618 HOLCIM)

Actividad Realizada	Observación
En estos 15 días se realizó:	
Durante estos días ya se implementó el control supervisorio a los equipos de caterpillar, que se encuentran a nivel nacional, se cita como ejemplo del control supervisorio y adquisición de datos al camión modelo 773F serie EED00618 que se encuentra en operación en HOLCIM, planta Nobsa.	La supervisión de la maquinaria se efectúa a través de la aplicación EquipmentManager del Product Link, en la que se adquiere el dato del horómetro y ubicación de la misma
Se monitorea el equipo se observa que este equipo posee alarmas de color Rojo que indican que este tiene actividades de alta prioridad, pues se debe realizar el mantenimiento preventivo cuanto antes.	Además aparecen en pantalla los códigos de fallas que deben ser solucionados cuanto antes.

Informe quincenal 5:

Periodo comprendido entre Abril 14 del 2008 Hasta: Abril 28 del 2008 inclusive

**Tabla 6.** Actividades desarrolladas: Aplicación software CAT ET(Electronic Techician 2007 V1.1), configuración comunicación satelital

Actividad Realizada	Observación
En estos 15 días se realizó:	
Implementación del Software de instalación. CAT Electronic Techician 2007 V1.1 (CAT ET SOFTWARE), a equipos de Caterpillar que requieren instalación del ProductLink.	Es necesario configurar la comunicación del tablero electrónico de la maquina con el modulo de control PL (121SR / 321SR) a través del uso del CAT ET Software.
Monitoreo y supervisión de la maquinaria mediante el Software EquipmentManager	Este monitoreo de la maquinaria se realiza diariamente.
Trabajó con el software EquipmentManager, con el Maintenance watch. - Monitoreo del Mantenimiento de las maquinas pertenecientes a Holcim, Planta manas, Planta Nobsa, Acerias, y Equipos nuevos.	Se programaron mantenimientos preventivos a las diferentes máquinas que han estado en funcionamiento de acuerdo a la información suministrada vía satelital por el horómetro de cada una.
Asset watch.- Monitoreo Básico, de los Equipos que poseen instalado únicamente el modulo PL 121 SR	Se hizo la supervisión, la vigilancia, y ubicación de la maquinaria de acuerdo con los datos obtenidos del GPS del ProductLink.
Ingreso de la información del horómetro de la maquinaria a la Base de datos DBS.	Se ingresó un resumen de la información de las horas trabajadas por cada equipo, información suministrada de historiales de reportes del EquipmentManager.

Informe quincenal 6:

Periodo comprendido entre: Abril 28 del 2008 Hasta: Mayo 12 Del 2008 inclusive

**Tabla 7.** Actividades desarrolladas: Investigación Transmisión de datos ProductLink al satélite y Evaluación de estado de equipos de acuerdo informe técnico

Actividad Realizada	Observación
En estos 15 días se realizó:	
Familiarización con el funcionamiento del EquipmentManager.	Se investigó como se hace la comunicación satelital del sistema ProductLink, para conocer como llega la información de la máquina al PC de la central.
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Maintenance watch.	Monitoreo del mantenimiento, Se verificaron los planificadores de los mantenimientos a realizar.
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Asset Watch.	Monitoreo de signos vitales, de acuerdo a la información suministrada en los niveles de alarma se tomaron Acciones inmediatas para dar solución a los fallas reportadas con alta prioridad
Monitoreo y supervisión de la maquinaria mediante el Software EquipmentManager	Este monitoreo de la maquinaria se realiza diariamente.
Evaluar el desempeño de la maquinaria Caterpillar.	De acuerdo a la información suministrada por el técnico de los mantenimientos realizados en los diferentes equipos, se evalúa la maquinaria y se envía al cliente Informe de dicha evaluación.

Informe quincenal 7:

Periodo comprendido entre Mayo 12 Hasta: Mayo 26 del 2008 inclusive

**Tabla 8.** Actividades desarrolladas: Aplicación software EquipmentManager, monitoreo nuevos equipos, iniciación elaboración manual de usuario

Actividad Realizada	Observación
En estos 15 días se realizó:	
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Maintenance watch.	Se realiza el monitoreo de mantenimiento de los diferentes equipos de Caterpillar.
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Asset Watch.	El control supervisorio de los equipos, adquisición de datos reportados en el PC ubicación y horómetro.
Ingreso de la información del horómetro de la maquinaria al DBS	Se ingresa la información del horómetro a la base de datos DBS.
Implementación del Software de instalación. CAT Electronic Technician 2007 V1.1 (CAT ET SOFTWARE), a equipos de Caterpillar que requieren Instalación del ProductLink.	Se instalan módulos de Product link a maquinaria nueva de CEMEX.
Evaluar el desempeño de la maquinaria Caterpillar	De acuerdo a la información suministrada por los Técnicos de los mantenimientos de los equipos, se evalúan las condiciones operativas de este.
Generación de un manual de usuario, del ProductLink de acuerdo a las actividades realizadas en la empresa.	Se organiza la información recolectada durante estos meses para empezar a generara el manual del usuario.

Informe quincenal 8:

Periodo comprendido entre: Mayo 26 del 2008 Hasta: Junio 09 del 2008 inclusive

**Tabla 9.** Actividades desarrolladas: Supervisión y monitoreo de maquinaria Caterpillar por software aplicado

Actividad Realizada	Observación
En estos 15 días se realizó:	
Evaluar el desempeño de la maquinaria Caterpillar.	De acuerdo a la información suministrada por los Técnicos de los mantenimientos de los equipos, se evalúan las condiciones operativas de este.
Implementación del Software de instalación. CAT Electronic Technician 2007 V1.1 (CAT ET SOFTWARE), a equipos de Caterpillar que requieren Instalación del ProductLink.	Se instalan y configuran módulos de Product link a Equipos nuevos Caterpillar.
Monitoreo y supervisión de la maquinaria mediante el Software EquipmentManager.	Este monitoreo de la maquinaria se realiza diariamente.
Ingreso de la información del horómetro de la maquinaria al DBS.	Se ingresa la información del horómetro a la base de datos DBS, de Caterpillar.

Informe quincenal 9:

Periodo comprendido entre: Junio 9 del 2008 Hasta: Junio 23 del 2008 inclusive

**Tabla 10.** Actividades desarrolladas: Identificación de problemas en la maquinaria Caterpillar previos a mantenimientos e informe a Técnicos de ejecución

Actividad Realizada	Observación
En estos 15 días se realizó:	
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Maintenance watch	Se detectaron problemas en las maquinas previos al mantenimiento, los cuales fueron reportados en el informe para tenerlos en cuenta el día de la ejecución del PM.
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Asset Watch.	Se hizo la supervisión, la vigilancia, y ubicación de la maquinaria de acuerdo con los datos obtenidos del GPS del ProductLink.
Monitoreo y supervisión de la maquinaria mediante el Software EquipmentManager.	En el monitoreo de la maquinaria se adquiere el dato del horómetro y ubicación de la misma.
Evaluar el desempeño de la maquinaria Caterpillar.	Se evaluaron los equipos de Caterpillar, (Maquinaria Pesada ) mediante el análisis de las tendencias en los resultados de las muestras de aceite S.O.S.

Informe quincenal 10:

Periodo comprendido entre : Junio 23 del 2008 Hasta: Julio 07 DEL 2008 inclusive

**Tabla 11.** Actividades desarrolladas: Evaluación del mantenimiento de maquinaria con informe técnico de problemas superados

Actividad Realizada	Observación
En estos 15 días se realizó:	Se programaron mantenimientos preventivos a las diferentes máquinas que han estado en funcionamiento de acuerdo a la información suministrada vía satelital por el horómetro de cada una.
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Maintenance watch.	Se hizo la supervisión, la vigilancia, y ubicación de la maquinaria de acuerdo con los datos obtenidos del GPS del ProductLink.
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Asset Watch.	Se ingresó un resumen de la información de las horas trabajadas por cada equipo, información suministrada de historiales de reportes del EquipmentManager.
Ingreso de la información del horómetro de la maquinaria al DBS.	De acuerdo a la información suministrada por el técnico de los mantenimientos realizados en los diferentes equipos, se evalúa la maquinaria y se envía al cliente Informe de dicha evaluación.
Evaluar el desempeño de la maquinaria Caterpillar.	

Informe quincenal 11:

Periodo comprendido entre: Julio 07 del 2008 Hasta: Julio 21 del 2008 inclusive

**Tabla 12.** Actividades desarrolladas1: Control y monitoreo de Mantenimiento maquinaria Pesada Caterpillar a empresas (Acerías Paz del Río , HOLCIM); Electrógenos(Plantas Eléctricas) a empresas (PANAMERICANA, GLAXO)

Actividad Realizada	Observación
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Maintenance watch.	Monitoreo del Mantenimiento de las maquinas pertenecientes a Holcim, Planta manas, Planta Nobsa, Acerías, y Equipos nuevos, Se programaron mantenimientos preventivos a las diferentes máquinas que han estado en funcionamiento de acuerdo a la información suministrada vía satelital por el horómetro de cada una.
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Asset Watch.	Se hizo la supervisión, la vigilancia, y ubicación de la maquinaria de acuerdo con los datos obtenidos del GPS del ProductLink.
Ingreso de la información del horómetro de la maquinaria al DBS.	Se ingresó un resumen de la información de las horas trabajadas por cada equipo, información suministrada de historiales de reportes del EquipmentManager.
Monitoreo y supervisión de la maquinaria mediante el Software EquipmentManager	En el monitoreo de la maquinaria se adquiere el dato del horómetro y ubicación de la misma.
Evaluar el desempeño de la maquinaria Caterpillar.	Se evaluaron los equipos de Caterpillar, (Plantas Eléctricas) mediante el reporte de las inspecciones realizadas por los técnicos a Cada una de ellas.
Implementación del Software de instalación. CAT Electronic Technician 2007 V1.1 (CAT ET SOFTWARE), a equipos de Caterpillar que requieren Instalación del ProductLink.	Es necesario configurar la comunicación del tablero electrónico de la maquina con el modulo de control PL (121SR / 321SR) a través del uso del CAT ET Software, dicha comunicación fue realizada al cargador 950H vendido en estos últimos días.

Informe quincenal 12:

Periodo comprendido entre: Julio 21 del 2008 Hasta: Agosto 04 del 2008 inclusive

**Tabla 13.** Actividades desarrolladas2: Control y monitoreo de Mantenimiento maquinaria Pesada Caterpillar a empresas (Acerías Paz del Río , HOLCIM); Electrogeneros(Plantas Eléctricas) a empresas (PANAMERICANA, GLAXO)

Actividad Realizada	Observación
En estos 15 días se realizó:	Monitoreo del Mantenimiento de las maquinas pertenecientes a Holcim, Planta manas, Planta Nobsa, Acerías, y Equipos nuevos, Se programaron mantenimientos preventivos a las diferentes máquinas que han estado en funcionamiento de acuerdo a la información suministrada vía satelital por el horómetro de cada una.
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Maintenance watch.	
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Asset Watch.	Se hizo la supervisión, la vigilancia, y ubicación de la maquinaria de acuerdo con los datos obtenidos del GPS del ProductLink.
Ingreso de la información del horómetro de la maquinaria al DBS.	Se ingresó un resumen de la información de las horas trabajadas por cada equipo, información suministrada de historiales de reportes del EquipmentManager.
Monitoreo y supervisión de la maquinaria mediante el Software EquipmentManager	En el monitoreo de la maquinaria se adquiere el dato del horómetro y ubicación de la misma.
Evaluar el desempeño de la maquinaria Caterpillar.	Se evaluaron los equipos de Caterpillar, (Plantas Eléctricas) mediante el reporte de las inspecciones realizadas por los técnicos a Cada una de ellas.

Informe quincenal 13:

Periodo comprendido entre: Agosto 04 del 2008 Hasta: Agosto 18 del 2008 inclusive

**Tabla 14.** Actividades desarrolladas: Evaluación, mantenimiento, control y monitoreo a equipos nuevos (maquinaria Pesada y Plantas Eléctricas). Entrega manual usuario

Actividad Realizada	Observación
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Maintenance watch.	Monitoreo del mantenimiento, Se verificaron los planificadores de los mantenimientos a realizar.
Trabajo con el software EquipmentManager, con el Asset Watch.	Monitoreo de signos vitales, de acuerdo a la información suministrada en los niveles de alarma se tomaron Acciones inmediatas para dar solución a los fallas reportadas con alta prioridad
Ingreso de la información del horómetro de la maquinaria al DBS.	Se ingresa la información del horómetro a la base de datos DBS.
Monitoreo y supervisión de la maquinaria mediante el Software EquipmentManager.	Este monitoreo de la maquinaria se realiza diariamente.
Evaluar el desempeño de la maquinaria Caterpillar.	Se interpretaron los planos eléctricos de la maquinaria de Caterpillar, analizando las conexiones del Product Link. Con el fin de interpretar fallas eléctricas reportadas en el HealthWatch del Equipment- Manager.
Verificación datos y entrega manual de usuario a empresa GECOLSA.	Revisión y conversión de información a medio óptico. Evaluación satisfactoria y aprobación de manual.

## 7. APORTES AL CONOCIMIENTO

Como estudiante de último semestre de la carrera de Ingeniería electrónica descubrí un interés en explorar y profundizar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas, y por eso surge la idea de optar por realizar la práctica empresarial como modalidad de trabajo de grado, con el fin de implementar este conocimiento en la empresa GECOLSA en el área de comunicaciones y del control de procesos que se manejan en la maquinaria de Caterpillar de dicha empresa.

La experiencia laboral adquirida en GECOLSA durante estos seis meses, aportó varios conocimientos que complementan la formación como ingeniera electrónica, pues el hecho de adaptarse a la tecnología existente en esta empresa diseñada por Caterpillar permitió ampliar el campo de visión mucho más en cuanto a la aplicación de las comunicaciones y control de procesos en el campo industrial.

En el momento de la familiarización, con los diferentes módulos, software, y base de datos de esta empresa, se observó como la parte de la transmisión de datos (comunicación satelital), va unida de la mano con el control, monitoreo, y supervisión de la maquinaria de Caterpillar.

Se adquirió conocimiento en cuanto a la forma correcta de instalar el equipo en la maquinaria con el fin de que se efectuó de manera adecuada la transmisión de la comunicación entre el ProductLink, la máquina, y el satélite.

Un aporte al conocimiento importante adquirido al estar trabajando directamente con el CSA, (Acuerdos de Servicio al Cliente), en la parte de mantenimiento, fue el aprendizaje e implementación del monitoreo por condición a los diferentes equipos, ya que mediante este, se realiza vigilancia, protección, diagnóstico de fallas, pronóstico de la esperanza de vida de la maquinaria mediante el manejo del software EquipmentManager, que permite visualizar y controlar la adquisición de datos de las diferentes variables físicas de la máquina con el fin de poderlas interpretar, y dar el punto de vista sobre dicha interpretación, e indicar al técnico la solución inmediata a tomar para evitar fallas catastróficas.

En este periodo de práctica se implementó el conocimiento adquirido en las clases de comunicaciones, pues el hecho de estar relacionada directamente con la supervisión de la maquinaria desde la zona central, permitió ampliar el conocimiento en cuanto a la transmisión de datos que se efectúa en el sistema ProductLink vía satelital de los equipos de Caterpillar.

Se aprendió a manejar el software de instalación del módulo ProductLink CAT Electronic Technician 2007 V1.1., software que permite realizar la transmisión de datos entre el equipo, el ProductLink y el satélite de comunicaciones, para así poder monitorear la información suministrada por la maquinaria desde la sede central.

Otro aporte al conocimiento importante, fue la familiarización con un sistema GPS, en cuanto a sus características técnicas, y funcionamiento mediante la red de satélites que se encuentran orbitando alrededor de la tierra (Satélites LEO Y GEO); con el fin de realizar el monitoreo de la posición de los equipo de Caterpillar.

Se conoció al proveedor del servicio satélite, ORBCOMM (ORB); que a través de su red de 33 satélites LEO y sus asociaciones con varios proveedores de servicios, ORBCOMM ofrece una solución prácticamente mundial para las comunicaciones.

Los aportes al conocimiento no sólo han sido en estas áreas de electrónica sino también en maquinas eléctricas, pues al estar relacionada con los equipos de maquinaria pesada, se han complementado conceptos en cuanto a la identificación adecuada de los motores para diferentes aplicaciones, comportamiento de los fluidos (Aceites) en condiciones ideales de estabilidad para que el equipo funcione en condiciones óptimas.

Esta experiencia también ha aportado conocimiento en asignaturas como mecánica, pues para poder interpretar algunas fallas presentadas en la maquinaria, se hizo necesario ampliar los conceptos en cuanto al funcionamiento de los equipos y así poder dar la solución de medida preventiva inmediata.

Realizar evaluaciones de los mantenimientos efectuados a los equipos, ha incrementado el conocimiento en cuanto a las especificaciones técnicas que debe tener un equipo de Caterpillar para su adecuado funcionamiento, como en el caso de las plantas eléctricas.

La experiencia laboral con este sistema de comunicación amplió el campo de visión en cuanto a la función de los satélites, pues este tipo de comunicación será muy importante, durante los próximos años, no sólo en áreas como: Internet, Educación a distancia, Radiodifusión, y Telefonía, sino también en el sector industrial, pues los satélites artificiales de comunicación serán el medio más eficiente y rentable para apoyar el crecimiento de la infraestructura de comunicaciones que requieren las empresas en el monitoreo por condición para controlar sus activos.

## 8. CONCLUSIONES

Durante este tiempo de práctica empresarial se desarrollaron varias actividades en GECOLSA, que permitieron cumplir con los objetivos propuestos en el plan de trabajo, y de acuerdo a estas se puede concluir que:

PRODUCT LINK, es un sistema de transmisión de datos de nueva generación, que permite capturar la información generada por las computadoras de la maquinaria, y transmitirla vía satélite a una estación terrestre (Antena receptora), con el fin de enviar dicha información a la sede central de Caterpillar y transmitirla vía Internet a las zonas centrales con el fin de poder monitorear y controlar los equipos en funcionamiento.

El Hardware del sistema de transmisión de datos tiene un diseño modular que incluye el PL121SR (Comunicador satélite), y el PL300 ECM (Módulo de control Electrónico), diseño que posee grandes ventajas pues al ser modular permite actualizar el software del PL300SR en un futuro, para aprovechar las nuevas versiones de funcionalidad de la máquina, esto se puede lograr gracias a que dicha información está en una memoria "flash".

Los módulos PL121SR radio y PL300 ECM combinados en conjunto constituyen el PL321SR, que permite mediante la aplicación de Internet mostrar las Unidades Medidas del Servicio (SMU), la ubicación, las salidas de los interruptores digitales y las alarmas de a través de la aplicación de Software EquipmentManager.

La aplicación EquipmentManager (EM), proporciona acceso a los datos de la máquina, que se necesitan para supervisar el estado y el rendimiento del equipo dentro de un solo programa organizado, mediante el sistema Product Link.

Este software posee tres aplicaciones principales, monitoreo básico, monitoreo del mantenimiento, y monitoreo de signos vitales, aplicaciones que permiten controlar y supervisar el estado, la ubicación y las condiciones óptimas del equipo en funcionamiento.

Mediante las aplicaciones de monitoreo de signos vitales y monitoreo del mantenimiento, se pueden interpretar las alarmas generadas de acuerdo a su nivel de importancia alta, media, baja, y revisar los códigos de fallas reportados con el fin de evaluar el estado del equipo y generar reportes desde la central a través del EquipmentManager, con el fin de dar soluciones a los problemas presentados.

La arquitectura del sistema de transmisión de datos básicamente consta de antenas, módulos de datos, y cables de conexión, que tienen formas correctas de instalación para que la comunicación se efectúe de forma apropiada.

Las antenas se deben instalar en el techo de la cabina de la maquina, ya que es una superficie plana de metal y es reflectante, de forma que las ondas de información sean distribuidas hacia arriba y hacia el exterior, y no exista interferencia entre ellas.

Los satélites artificiales se presentan como una buena opción para ampliar las comunicaciones con el fin de integrar todos los rincones de la tierra, pues ofrece grandes ventajas, complementa a otros sistemas ya que provee de rutas donde el cable no tiene acceso, y trae soluciones a un bajo costo con alta calidad en la comunicación.

Los satélites geoestacionarios, hasta ahora han sido los satélites internacionales de telecomunicaciones reciben este nombre por que parece que estuvieran inmóviles en el cielo, vistos desde la tierra; estos giran en la órbita cinturón de Clarke a 36.000 Km, es una característica importante ya que permite el uso de antenas fijas, pues su orientación no cambia, y asegura el contacto permanente con el satélite.

Los satélites artificiales geoestacionarios posicionados sobre el ecuador aproximadamente a 36,000 km. de la superficie terrestre, son idóneos para la comunicación en casi todos los puntos de la tierra. La distancia de los satélites GEO a la tierra significa que los usuarios deben enfrentar demoras en la señal que degradan el servicio. Un problema que no ocurre con los sistemas LEO

Los satélites en órbita baja (LEO), se encuentran a alturas de 780 km y 1390km, son una nueva forma de comunicación satelital. Para proveer cobertura total, los sistemas LEO requieren numerosos satélites, ORBCOMM, por ejemplo, utiliza 36 satélites.

El sistema ORBCOMM es el primer sistema comercial de comunicaciones de satélites de orbita baja (LEO), que opera con un Centro de Control de Red y tres segmentos operacionales; espacio, tierra y suscriptor.

El sistema GPS Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de posicionamiento terrestre, la posición la calculan los receptores GPS gracias a la información recibida desde satélites en órbita alrededor de la Tierra.

El receptor del GPS recibe una serie de datos conocida como efemérides que hace referencia a los datos precisos, únicamente, del satélite que está siendo captado, son parámetros orbitales exclusivos de ese satélite y se utilizan para calcular la distancia exacta del receptor al satélite, cuando el receptor ha captado la señal de,

al menos, tres satélites calcula su propia posición en la Tierra mediante la triangulación de la posición de los satélites captados, y presenta los datos de Longitud, Latitud y Altitud calculados.

Para exportar los datos obtenidos del GPS PL 121 SR radio, al ordenador, y establecer la comunicación con el satélite, se necesita el software CAT Electronic Technician 2007 V1.1 para poder importar esos datos de una forma estándar, para poder hacer uso de estos datos de una manera versátil.

El Software CAT Electronic Technician 2007 V1.1, además de establecer la comunicación entre los módulos, la máquina CAT, el PC, permite chequear la información de los parámetros del satélite, para confirmar la comunicación satelital.

La base de datos DBS de Caterpillar, permite administrar los datos generales del cliente y la maquina con el fin de poder monitorear los cambios necesarios para los mantenimientos preventivos de acuerdo al dato del horómetro registrado del EquipmentManager.

Los acuerdos de mantenimiento que se ofrecen en CSA, incluyen evaluaciones con reportes escritos detallando los trabajos ejecutados, reportes de análisis de aceites y reportes sobre cualquier reparación adicional requerida, mantenimientos que serán realizados en el intervalo de horas recomendado por el fabricante.

Los sistemas de comunicaciones siguen avanzando día tras día y es muy probable que en los siguientes años se presencie el surgimiento de un nuevo medio de comunicación, que sea la fusión de diversas tecnologías de comunicación y porqué no, verlo implementado en gran cantidad de empresas industriales, controlando y monitoreando sus procesos de forma más efectiva.

## 9. RECOMENDACIONES A LA EMPRESA

Dado que es un sistema novedoso en la empresa, son pocas las personas que conocen el funcionamiento del ProductLink, y esto es una desventaja para la empresa pues las máquinas nuevas que están ingresando ya todas vienen con este sistema incluido se recomienda que tanto los operarios como los técnicos sean capacitados para el manejo de esta poderosa herramienta lo mas pronto posible.

Una de las aplicaciones que ofrece este sistema de comunicación, es el envío del reporte del horómetro al celular del dueño de la máquina, sería recomendable que esta función que el sistema ofrece sea implementada, ya que estos no permanecen tiempo completo en la ciudad en donde se encuentra la máquina en funcionamiento, y al recibir información de estos reportes le garantiza al cliente un control de la operación de su máquina en cualquier momento del día.

Para tener acceso a la información del equipo se hace vía Internet, sin embargo sólo pueden tener acceso a esta información personas que estén habilitadas por Caterpillar, sería recomendable que los usuarios, (técnicos, operarios), también pudieran acceder a esta información, (Sólo visualizarla), con el fin de que estén informados del estado actual de la máquina.

Al hacer el monitoreo por condición de los diferentes equipos algunos no envían la información a la central, esto sucede por que la comunicación entre los módulos y el satélite no está establecida, se recomienda que a la hora de hacer la instalación del módulo ProductLink, el técnico tenga en cuenta la posición correcta de las antenas, pues este es la causa principal de la falla en la comunicación.

## BIBLIOGRAFIA

MARAL y BOUSQUET. Satellite Communications Systems. Wiley and Sons, 1999.

MANTILLA, Walter F. Sistema de Posicionamiento Global (GPS): Estado del arte. Bucaramanga, 1999. Trabajo de Grado (Ingeniero Electrónico). Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingenierías. Escuela Electrónica

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio tesis y otros trabajos de grado. Bogotá : El ICONTEC, 2005. Ca. 80 p.

TORRES, Ximena. Manual utilización Product Link. Bogotá GECOLSA, 2007.

TORRES, Ximena. Product Link-Equipment Manager. Bogotá GECOLSA, 2007.

CATERPILLAR, 2007. Systems Operation User guide KENR6303-03. U.S.A.

CATERPILLAR, 2004. Equipment Management Solutions PELJ0316 U.S.A.

CATERPILLAR, 2005. Ventagrama PRODUCT LINK PL121SR Y PL321SR. USA.

### REFERENCIAS EN INTERNET.

---

Private network of Caterpillar Inc, <https://nacd.cat.com/cda/layout?m=163705&x=7>

Private network of Caterpillar Inc, <https://nacd.cat.com/cda/layout?m=150253&x=7>

Private network of Caterpillar Inc, <http://www.viarural.com.ve/> >agroindustria.

[http://www.marimsys.com/paginas/sistema\\_orbcomm.htm](http://www.marimsys.com/paginas/sistema_orbcomm.htm)

## ANEXOS

ANEXO A. CD con información completa de la de la práctica empresarial, informes, plan de trabajo, exposición y anexos del informe final.

- La carpeta anexos del CD adjunto incluye:
  1. Manual de Usuario.
  2. Planos eléctricos de equipos Caterpillar.
  3. Información teórica: Incluye Toda la referencia bibliográfica.
  4. Informes Técnicos.
  5. Información del sistema de transmisión de datos de Caterpillar.
  6. Adicionales.



