

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
UEN PROGRAMACIÓN Y CONTROL
DEPARTAMENTO DE DISEÑO



PROYECTO
MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LOS SISTEMAS DE
RECOLECCIÓN DE LA GAM
SUB-PROYECTO
EXTENSION DE RAMAL CALLE LOS CASTRO, MORAVIA, SAN
JOSÉ

MEMORIAS DESCRIPTIVA Y DE DISEÑO DEL PROYECTO

Elaborado por:
Ing. Randall Hernández Mora
Setiembre 2016



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN EL
REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, Eric Alonso Bogantes Cabezas

N° Cédula: 5-251-0327

Dependencia: Gerencia General

Autorizo como Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital y Catálogo en línea (OPAC).

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

E-mail: gerenciageneral@aya.go.cr N° Teléfono: 2242-5090



Firmado digitalmente
por ERIC ALONSO
BOGANTES CABEZAS
(FIRMA)
Fecha: 2021.06.16
17:21:24 -06'00'

Firma: _____

1. Introducción y Objetivos

Este proyecto se ubica en la localidad de Los Colegios en el distrito de San Vicente, cantón de Moravia, provincia de San José. El sitio del proyecto se ubica aproximadamente 500 m al oeste del Colegio Sagrado Corazón de Jesús.

El servicio de agua potable y alcantarillado sanitario en el área de proyecto es administrado por AyA. En el caso del alcantarillado sanitario el mismo es operado por la UEN Recolección y Tratamiento GAM del AyA.

En esta zona existe red de alcantarillado sanitario en operación en una buena parte del distrito. En el área de proyecto el problema que se presenta y que motivan el presente proyecto es que las dos calles que están en el área de proyecto no cuentan con red de alcantarillado sanitario, por lo que se está planteando el presente proyecto para interconectar estas calles a la red operativa que está conectada al Colector Rivera-2, el cual está conectado a la PTAR Los Tajos a través del Colector Rivera-1 y el emisario final.

Objetivo General

Prestar el servicio de alcantarillado sanitario a los habitantes del sector conocido como Calle Los Castros en San Vicente de Moravia, con miras a que las viviendas eliminen la disposición de sus aguas residuales por la vía del tanque séptico y drenajes y de esta forma se eliminar la infiltración de las aguas residuales al subsuelo.

Objetivos Específicos

- Ampliar la cobertura del servicio de Alcantarillado Sanitario.
- Eliminar el uso de tanques sépticos y drenajes.
- Mitigar la disposición de aguas servidas hacia los caños pluviales.
- Conducir las aguas residuales hacia la red sanitaria y de ahí hacia la PTAR Los Tajos para aumentar el caudal que la misma recibe y trata.

2. Ubicación y Área de Proyecto

Como se indicó anteriormente, el proyecto se ubica en el distrito de San Vicente del Cantón de

Moravia. En la Figura 2.1 se muestra con una estrella de color rojo la ubicación del sitio del proyecto.

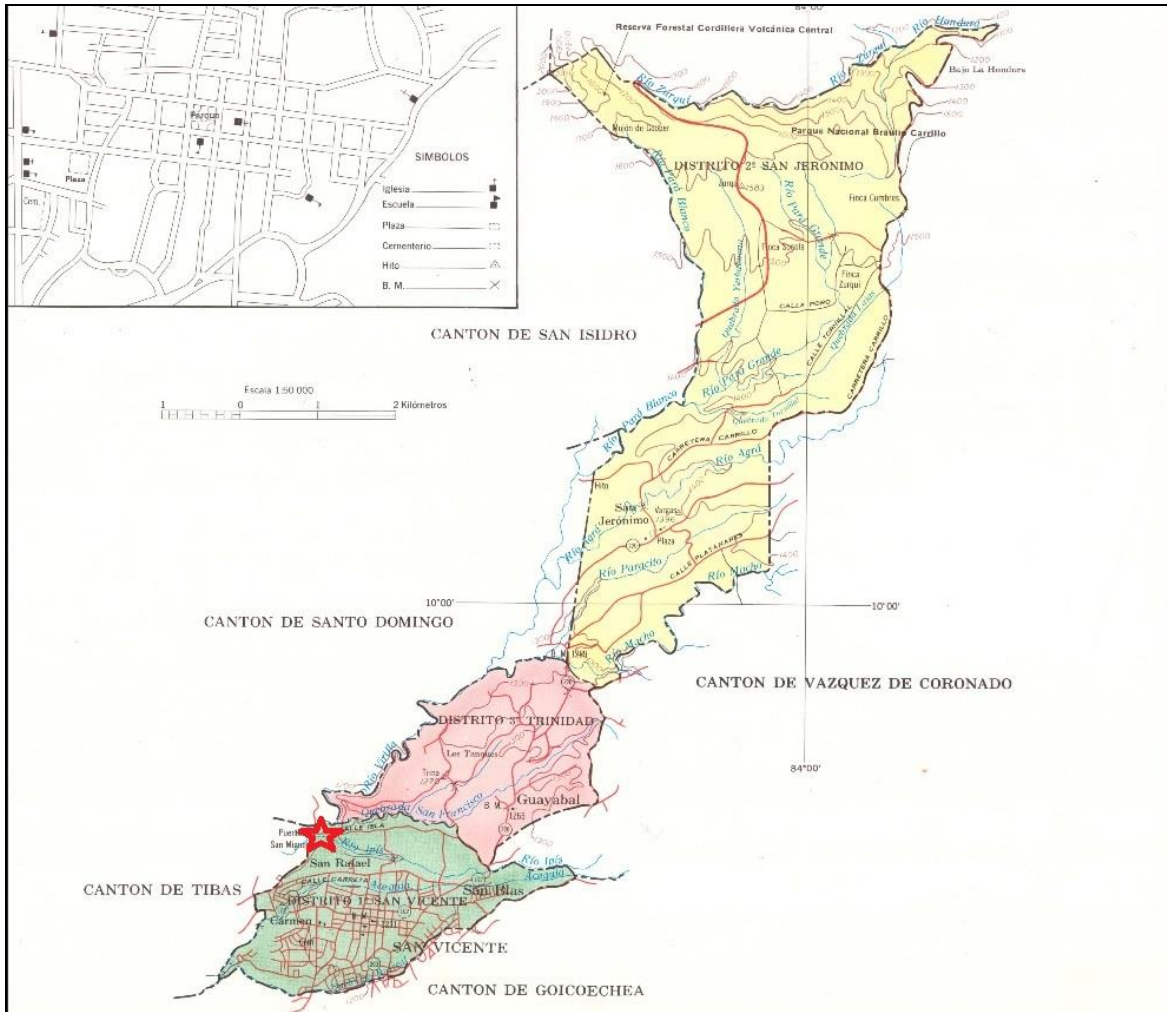


Figura 2.1 Ubicación del Proyecto (Fuente: IFAM)

En la figura 2.2 se muestra el área de proyecto. La línea color rojo indica el trazado del colector propuesto para cumplir con los objetivos del proyecto.



Figura 2.2 Área de Proyecto (Fuente: Google Earth)

3. Descripción del Sistema Existente

Dentro del área de proyecto, los mapas de alcantarillado sanitario de la Región Metropolitana y una inspección en campo, indican que no hay red de alcantarillado sanitario. En el punto más bajo del área de proyecto existe red de alcantarillado sanitario, la cual drena al Colector Rivera-2.

4. Descripción de Obras a Ejecutar

La propuesta de diseño es construir dos tramos de tubería de polietileno de alta densidad de 200 mm en las dos calles antes indicadas. Este proyecto forma parte del Proyecto de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José y se ha adelantado esta obra para aumentar la cobertura del sistema y el caudal de llegada a la PTAR Los Tajos.

El proyecto consiste en la instalación de 400 m de tubería de PEAD de 200 mm de diámetro, con 11 pozos de registro de diámetro interno de 1.2 m. Adicionalmente, el proyecto contempla la construcción de 50 previstas domiciliarias de alcantarillado sanitario.

El proyecto contempla instalar tubería de PEAD ASMT F2947 de 200 mm en todos los tramos mediante el método convencional a zanja abierta.



Figura 4.1 Calle Donde se Instalará Tubería

5. Terrenos y Servidumbres

Para el presente proyecto no se requiere atravesar terrenos privados ni de dominio público ya que todo el proyecto se ubica en vía pública.

6. Criterios para el cálculo de caudales

6.1 Coeficiente de retorno

Para el presente estudio se ha considerado un “factor de retorno” de aporte de aguas residuales al sistema de saneamiento de:

- Factor de retorno = 0.8 para los usuarios domiciliarios
- Factor de retorno = 0.9 para los usuarios no domiciliarios

6.2 Caudal de infiltración

Para el presente proyecto se adopta un caudal de infiltración a la red de alcantarillado sanitario del 10%

del caudal generado de aguas residuales.

6.3 Caudal Clandestino

Para el presente proyecto se adopta un caudal de conexiones clandestinas a la red de alcantarillado sanitario del 10% del caudal generado de aguas residuales.

6.4 Factores Máximos de Diseño

Los parámetros de diseño, en general, deben estar en concordancia con los datos estadísticos más recientes de consumo y subfacturación con que AyA cuenta a la fecha para el área de proyecto, la cual, en este caso, es parte del acueducto metropolitano de San José.

Para los cálculos y diseños se utilizarán los factores de mayoración empleados en el diseño del Proyecto de Mejoramiento Ambiental del AMSJ, como se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro 6-1: Factores de multiplicación de los caudales medios

Parámetro	Valor a utilizar
Factor Máximo Horario (F_{MH})	1,80
Factor Máximo Diario (F_{MD})	1,25

Fuente: Cartel de Licitación No. 2007LI-00002-PRI página 122/199

6.5 Caudales de Diseño

El caudal de diseño para un tramo de tubería será el correspondiente al acumulado hasta el pozo de registro aguas abajo y se determinará considerando las contribuciones debidas a:

- Aguas residuales ordinarias.
- Aguas residuales especiales o de origen no domiciliar.
- Aguas de infiltración y un aporte por conexiones clandestinas.

La población de diseño considerará las áreas de proyecto. El caudal de diseño para el sistema de redes secundarias y colectores se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$Q_{DIS} = F_{MH} * Q + Q_{Inf+Cland}$$

donde:

$$Q = (C * Dot * P) / 86400$$

Cuadro 6-2: Parámetros para el Cálculo del Caudal de Diseño

Simbología	Definición
Q_{DIS}	Caudal de diseño para el tramo bajo análisis en l/s
F_{MH}	Factor máximo horario
Q	Sumatoria de los aportes promedio de aguas residuales domésticas, comerciales, industriales e institucionales, en unidades de l/s
$Q_{Inf+Cland}$	Caudal de infiltración y conexiones clandestinas, igual al 20% de Q
C	Factor de retorno para el cálculo de la generación de aguas residuales
Dot	Dotación de agua potable para el área de proyecto, en unidades de l/hab/día
P	Población servida por el tramo bajo análisis, de acuerdo con los aportes que el tramo recibe de las micro-cuencas que vierten en él

En el caso particular de este proyecto, los caudales se han determinado a partir del conteo de viviendas y locales comerciales dentro del área de proyecto y se muestran en el cuadro 6.4. El área de proyecto es un área urbana cercana al punto de saturación, en el cuadro anteriormente indicado se muestra tanto el conteo de viviendas existentes como la determinación del número de viviendas en la condición de saturación. Para el cálculo de las pendientes mínimas se emplea el caudal mínimo al inicio del periodo de diseño, en caso que dichos caudales sean inferiores a 1.5 l/s se emplea este último valor como caudal mínimo para la determinación de las pendientes para que cumplan con el criterio del esfuerzo tractivo mínimo.

Cuadro 6-3: Parámetros de diseño empleados

Parámetro		Unidades	Fuente
Dotación domiciliar	375	L/hab/d	Reglamento Const. Frac. Urb. AyA
Dotación Comercial	50	L/hab/d	Código Inst. Hidráulicas CFIA
Factor de Hacinamiento San Vicente	3,2	hab/casa	INEC: Censo 2011
C (residencial)	0,8		El Diseñador
C (comercial)	0,9		El Diseñador
FMD	1,25		AyA
FMH	1,8		AyA

Cuadro 6-4: Poblaciones y Caudales de Diseño

Zona de Aporte	Viviendas	Comercios/Oficinas	Población (hab)	Q (l/s)	Qinf+cland (l/s)*	QPD (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)	Qmin (l/s)
Calle Los Castro									
Viviendas Actuales	50		160	0,6	0,1	0,7	0,8	1,1	1,5
Saturación	60		192	0,7	0,1	0,8	1,0	1,3	

7. Criterios hidráulicos para el diseño de tuberías

7.1 Relación tirante / diámetro (y/d)

Como criterio general para garantizar que el flujo ocurra a superficie libre, con un margen de seguridad en variaciones de caudal se limita el tirante máximo al 70% - 80%.

Como criterio se adoptará un valor de $Y/D = < 75\%$ para el caudal máximo de final del proyecto.

Donde:

Y es el tirante en la sección, medido en m, y

D es el diámetro de la tubería de recolección, medido en m.

La restricción del tirante dentro del tubo obedece a varios aspectos, siendo el principal, asegurar una ventilación dentro de la tubería que ayudará a transporte más eficiente del fluido a transportar. Por otro lado, la correcta ventilación ayudará a prevenir en parte la aparición de los malos olores, que se puedan presentar, principalmente por la formación de sulfuros y la presencia de condiciones anaeróbicas en las aguas que transportan las tuberías.

7.2 Velocidad y pendiente mínima

Tradicionalmente se han establecido los criterios de pendiente y velocidad mínimas de manera de asegurar la auto limpieza de los colectores, procurando que haya velocidad suficiente durante varias horas al día. A nivel nacional, durante muchos años se estableció como normativa el uso de una velocidad mínima de 0.60 m/seg para el caudal de diseño. Sin embargo, la normativa fue modificada, a partir de marzo 2007, estableciéndose como norma de diseño el uso de la **Tensión Tractiva Mínima** para procurar una auto limpieza adecuada del conducto en al menos una vez al día. Este valor de Tensión Tractiva Mínima fue establecido en un valor de 1 Pa (N/m²).

La tensión tractiva se define como la tensión cortante ejercida sobre las paredes de la tubería por el líquido en escurrimiento, que actúa sobre los sedimentos promoviendo su arrastre.

La tensión tractiva media, τ a lo largo del perímetro mojado se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\tau = \gamma R_H S$$

Dónde:

γ : Peso específico del líquido,

R_H : Radio hidráulico

S: Pendiente del tramo (en m/m).

Existe una tensión tractiva crítica para el inicio del movimiento de las partículas sedimentadas que depende del tamaño y peso específico de la partícula, el peso específico y viscosidad del líquido y las mismas deben ser determinadas experimentalmente. Debido al conocimiento que se tiene de los líquidos cloacales, existen recomendaciones acerca de la tensión tractiva mínima que debe exigirse diariamente en cada tramo de red colectora a efectos de garantizar la auto-limpieza y el criterio de la tensión tractiva mínima de 1 Pa en aguas residuales satisface este requerimiento de auto-limpieza.

Para el diseño de los tramos iniciales del sistema los caudales captados son muy pequeños por lo cual es recomendable asumir un caudal teórico que facilite el diseño. El AyA en su Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos, estima que el caudal de diseño para un sistema colector no debe ser inferior a 1.5 l/seg. Es decir, se aplicará este criterio, no solo a los tramos iniciales, sino a todo tramo en el que el caudal calculado debido a la producción de aguas residuales sea

inferior a ese valor. Este valor ha sido investigado y propuesto como válido en amplia literatura técnica existente.

Se utilizará un valor de coeficiente de Manning de 0.01 correspondiente a tubos de PVC (cloruro de polivinilo) o de PEAD (polietileno de alta densidad).

El valor de 1 Pa, como fuerza tractiva mínima de diseño, es suficiente para garantizar la auto-limpieza, pero no lo es para garantizar la no-formación de sulfuros. La generación de sulfuros se ve propiciada por la formación de una película de limo en las zonas sumergidas de los tubos.

7.3 Velocidad máxima

El valor máximo de la velocidad viene determinado por la posible erosión sobre los conductos, de forma que las aguas residuales deben circular con una velocidad máxima, que no genere erosiones o desgastes en los conductos. En aguas residuales se recomienda que la velocidad no exceda los 3 m/seg en los caudales máximos. En materiales poco erosionables tales como el PVC o el POLIETILENO este valor de velocidad puede incrementarse hasta 5 m/s.

7.4 Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad más práctico y de uso más difundido es el coeficiente de Manning que depende sobre todo del material y estado del tubo. Este coeficiente es estimado a partir de mediciones de laboratorio y de campo.

Los coeficientes de Manning a utilizar son los que se muestran en el Cuadro 7-1.

Cuadro 7-1: Coeficientes de Manning

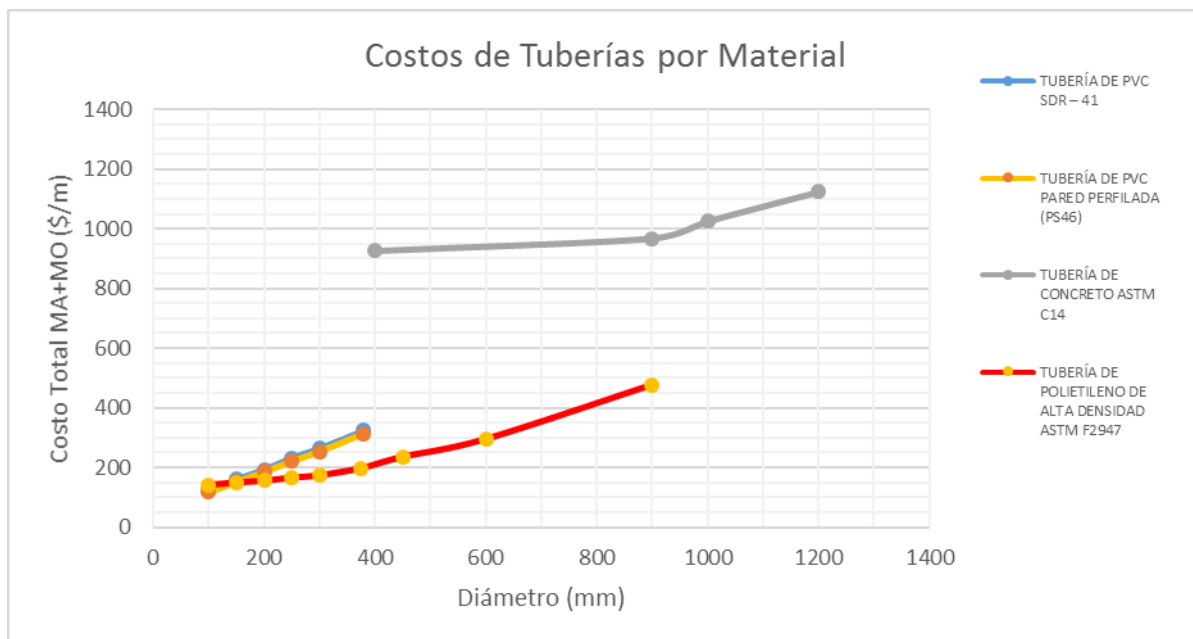
Material	Coeficiente de Manning
PVC	0,010
Polietileno de Alta Densidad	0,010
Hierro Dúctil	0,011
Acero sin Revestir	0,012
Concreto ASTM C14 – C76	0,013

8. Análisis Económico para Escogencia del Material de Tubería a Instalar

Con base la información recopilada y actualizada de costos, tanto de materiales como de mano de obra, realizada para varios proyectos que se han diseñado y construido en AyA en los últimos años, se confeccionó este gráfico que resume los costos actuales asociados para diferentes escenarios de materiales de tubería y distintos diámetros comerciales más comúnmente empleados en alcantarillado sanitario, instalados empleando el método de zanja abierta convencional.

En el gráfico se muestra que para los diámetros empleados en el proyecto (200 mm) la tubería de polietileno ASTM F2947 es la que presenta los menores costos, por lo que se empleará este material en los tramos en donde se instalará tubería mediante el método de zanja abierta convencional.

Cuadro 8-1: Costos de Materiales e Instalación de Distintos Tipos de Tuberías para Alcantarillado Sanitario



9. Memoria de Diseño Estructural

La memoria de diseño estructural de los pozos de registro se presenta en el Anexo A de este documento.

10. Resultados Modelación Hidráulica

Las características y resultados para los tramos de la nueva red se muestran en los cuadros siguientes. Para el diseño de la red se utilizó la fórmula de Manning y el software utilizado fue el SewerGEMS ®

V8i.

Como se observa en los cuadros 10-1 y 10-2, con diámetro de 200 mm se logra cumplir con los criterios de relación de tirante hidráulico máximo (75%) y fuerza tractiva mínima (1 Pa).

Cuadro 10-1: Diseño Hidráulico Escenario Caudales Iniciales

Pozo Inicio	Fondo (msnm)	Pozo Llegada	Fondo (msnm)	Material	Diámetro (mm)	Q (L/s)	Pendiente (%)	Esfuerzo Tractivo (Pa)	Longitud (m)
PR-1	1212.23	PR-2	1209.53	PEAD ASTM F2947	200	1.50	5.98	6.828	45.35
PR-2	1209.53	PR-3	1205.26	PEAD ASTM F2947	200	1.50	7.63	8.241	55.75
PR-3	1205.26	PR-4	1200.64	PEAD ASTM F2947	200	1.50	6.64	7.406	69.34
PR-4	1200.64	PR-5	1198.17	PEAD ASTM F2947	200	1.50	6.27	7.086	39.27
PR-5	1198.17	PR-10	1196.80	PEAD ASTM F2947	200	1.50	4.51	5.493	30.17
PR-10	1196.80	O-1	1196.17	PEAD ASTM F2947	200	1.50	1.48	2.319	42.49
PR-6	1200.20	PR-7	1200.10	PEAD ASTM F2947	200	1.50	0.59	1.14	16.82
PR-7	1200.10	PR-8	1199.66	PEAD ASTM F2947	200	1.50	1.50	2.344	29.27
PR-8	1199.66	PR-9	1197.54	PEAD ASTM F2947	200	1.50	5.57	6.442	38.13
PR-9	1197.54	PR-10	1196.80	PEAD ASTM F2947	200	1.50	2.20	3.152	33.36

Cuadro 10-2: Diseño Hidráulico Escenario Caudales Finales

Pozo Inicio	Fondo (msnm)	Pozo Llegada	Fondo (msnm)	Material	Diámetro (mm)	Q (L/s)	Pendiente (%)	y/D (%)	Longitud (m)
PR-1	1212.23	PR-2	1209.53	PEAD ASTM F2947	200	0.13	5.98	2.9	45.35
PR-2	1209.53	PR-3	1205.26	PEAD ASTM F2947	200	0.26	7.63	3.8	55.75
PR-3	1205.26	PR-4	1200.64	PEAD ASTM F2947	200	0.39	6.64	4.7	69.34
PR-4	1200.64	PR-5	1198.17	PEAD ASTM F2947	200	0.52	6.27	5.5	39.27
PR-5	1198.17	PR-10	1196.80	PEAD ASTM F2947	200	0.65	4.51	6.6	30.17
PR-10	1196.80	O-1	1196.17	PEAD ASTM F2947	200	1.30	1.48	11.9	42.49
PR-6	1200.20	PR-7	1200.10	PEAD ASTM F2947	200	0.13	0.59	5.0	16.82
PR-7	1200.10	PR-8	1199.66	PEAD ASTM F2947	200	0.26	1.50	5.5	29.27
PR-8	1199.66	PR-9	1197.54	PEAD ASTM F2947	200	0.39	5.57	4.9	38.13
PR-9	1197.54	PR-10	1196.80	PEAD ASTM F2947	200	0.52	2.20	7.0	33.36