



## ***GUIDA ALL'UTILIZZO DI ADAMS/Car***

# ***MODELLAZIONE DELLA SOSPENSIONE ANTERIORE DEL VEICOLO DI FORMULA SAE "SRT15"***

*ANDREA GRAZIOSO*

*ENRICO DI MARIA*

*ROBERTO GALLONE*

*SANTO MARGHERITI*

*PRETE GIUSEPPE*

*Advisor*

*Ing. Giulio REINA*

## CREAZIONE DEL TEMPLATE BUILDER

Prima di far partire ADAMS/Car assicurarsi che il file **acar.cfg** mostri che si lavori in modalità **expert**

Start **ADAMS/Car** Template

*Tools > database management > create database* e creare un database nominato “**SRT15**”

Selezionare una directory in Database Path

*File > Select Directory > SRT15.cdb*

*Tools > Database Management > Set Default Writable Database > SRT15*

*File > New Template:* nominare il template “**Front\_Suspension\_SRT15**” e inserire “**suspension**” in Mayor Role.

Cliccare su OK. Nel centro della finestra compare l'icona di gravità.

## CREAZIONE SOSPENSIONE

La creazione di ogni elemento della sospensione avviene in tre step:

**Creazione degli Hardpoints** → **Creazioni delle Parti** → **Creazione della Geometria;**

### 1 Hardpoints Sospensione

*Build > Hardpoint > New*

Nella casella **Hardpoint Name** inserire “**FUIBJ**”. Assicurarsi che il **Type** è **left** (ogni entità va creata come **left**, ADAMS/Car creerà in automatico una coppia simmetrica rispetto all'asse centrale longitudinale).

La procedura si ripete per tutti i punti della sospensione. Di seguito si riporta il nome per esteso dei punti di tutta la sospensione anteriore sinistra:

FUIBJ = front upper inner ball joint

LBJ = lower ball joint

RLIBJ = rear lower inner ball joint

FLIBJ = front lower inner ball joint

BJC = bellcrank joint chassis

BJ1 = bellcrank joint 1

BJ2 = bellcrank joint 2

ITRJ = inner tie rod joint

OTRJ = outer tie rod joint

WC = wheel center

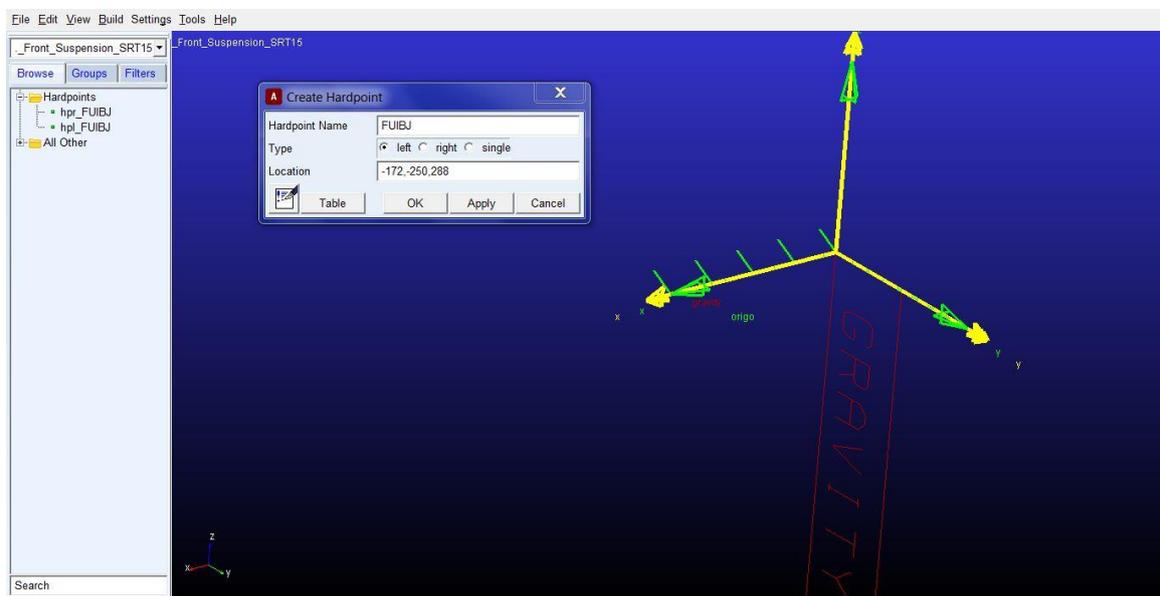
UBJ = upper ball joint

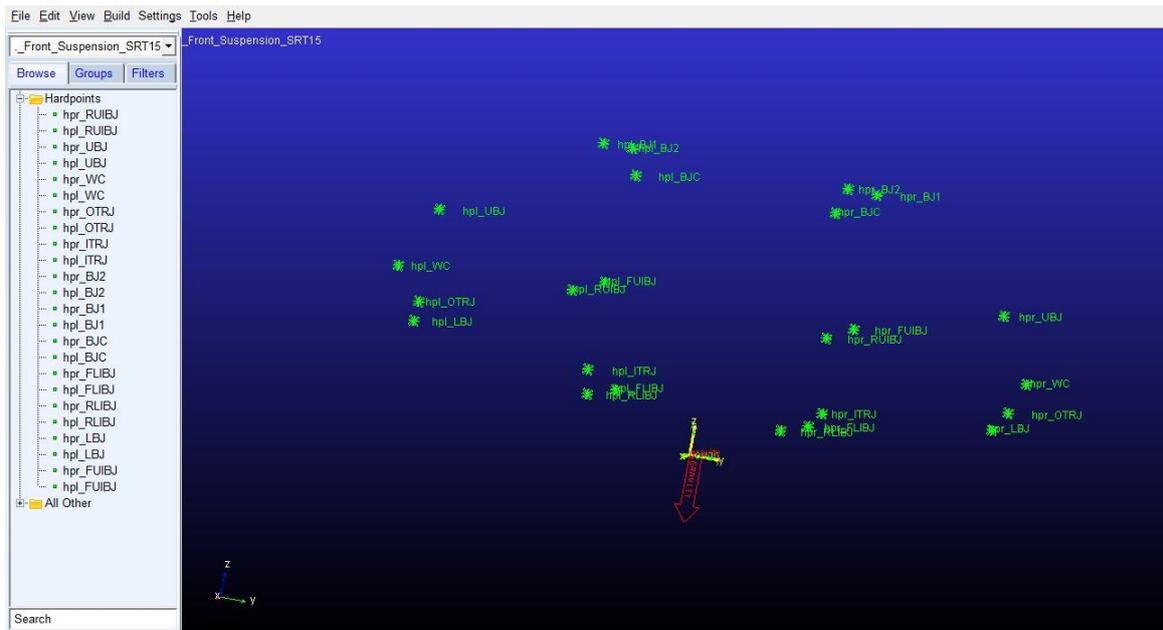
RUIBJ = rear upper inner ball joint

SJC = spring joint chassis

SL = spring lower

PROJ = push rod outer joint





Nella seguente tabella si riportano tutti gli Hardpoint creati.

ELEMENTO SOSPENSIONE	NOME HARDPOINT	COORDINATE LEFT (X,Y,Z)
<b>Triangolo superiore</b>	FUIBJ	-172,-250,288
<b>Triangolo inferiore</b>	LBJ	12,-580,159
<b>Triangolo inferiore</b>	RLIBJ	179,-194,95
<b>Triangolo inferiore</b>	FLIBJ	-186,-193,82
<b>Bellcrank</b>	BJC	9.5,-200,522
<b>Bellcrank</b>	BJ1	9.5,-274,572
<b>Bellcrank</b>	BJ2	9.5,-216,573
<b>Tie Rod</b>	ITRJ	-55,-235,123
<b>Tie Rod</b>	OTRJ	-82.5,-591,190
<b>Portamozzo</b>	WC	7.5,-630,260
<b>Triangolo superiore</b>	UBJ	31,-566,386
<b>Triangolo superiore</b>	RUIBJ	207,-255,293
<b>Molla</b>	SJC	9.5,-20,556
<b>Molla</b>	SL	9.5,-19.039,571.269
<b>Punto di riferimento</b>	SJC2	0,-20,556

## 2.1 Parti Triangolo superiore e inferiore

Il secondo step prevede la creazione delle parti della sospensione

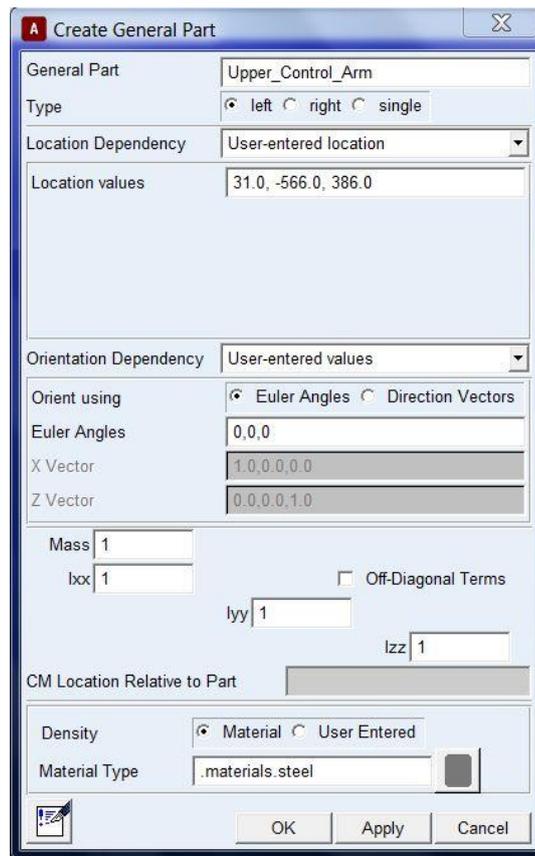
*Build > Parts > General Part > New*

**General Part: Upper\_Control\_Arm**

Material Type: Steel

Per il triangolo inferiore la procedura è identica.

Parte	Location
Upper_Control_Arm	UBJ
Lower_Control_Arm	LBJ



## 2.2 Geometria Triangolo superiore e inferiore

Creata la parte del triangolo superiore si passa a definire la geometria dei braccetti.

*Build > Geometry > Link > New*

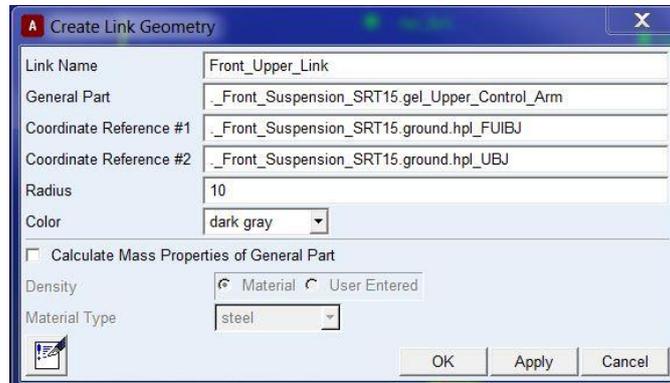
Creare la geometria come segue:

### Triangolo superiore

Link Name: **Front\_Upper\_Link**

Link Name: **Rear\_Upper\_Link**

Radius: 6.5



Con la stessa procedura si ricava la geometria del triangolo inferiore.

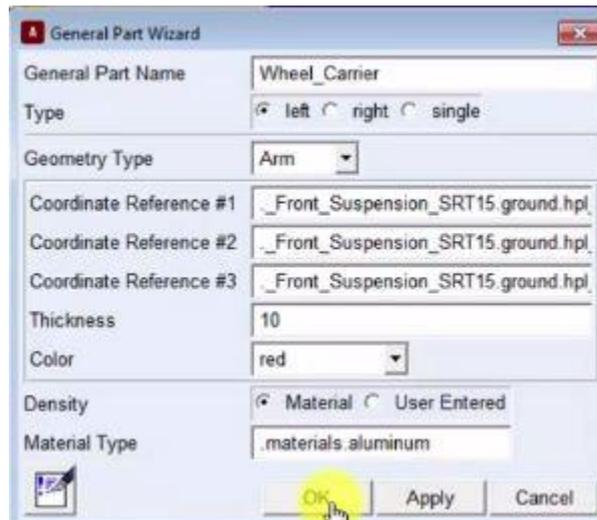
### 2.3 Parte Portamozzo

Per velocizzare la procedura di creazione della sospensione è possibile utilizzare il comando *Wizard* che permette di creare in un unico passaggio sia la parte che la geometria di un elemento della sospensione.

*Build > Parts > General Part > Wizard*

*General Part Name: Wheel\_Carrier*

Parte	Location
Wheel_Carrier	WC
Wheel_Carrier	LBJ
Wheel_Carrier	UBJ



## 2.4 Geometria Ackermann

Si aggiunge alla parte Portamozzo la geometria Ackermann che è un collegamento tra portamozzo e braccetto di sterzo.

*Build > Geometry > Link > New*

*General Part: Ackermann*

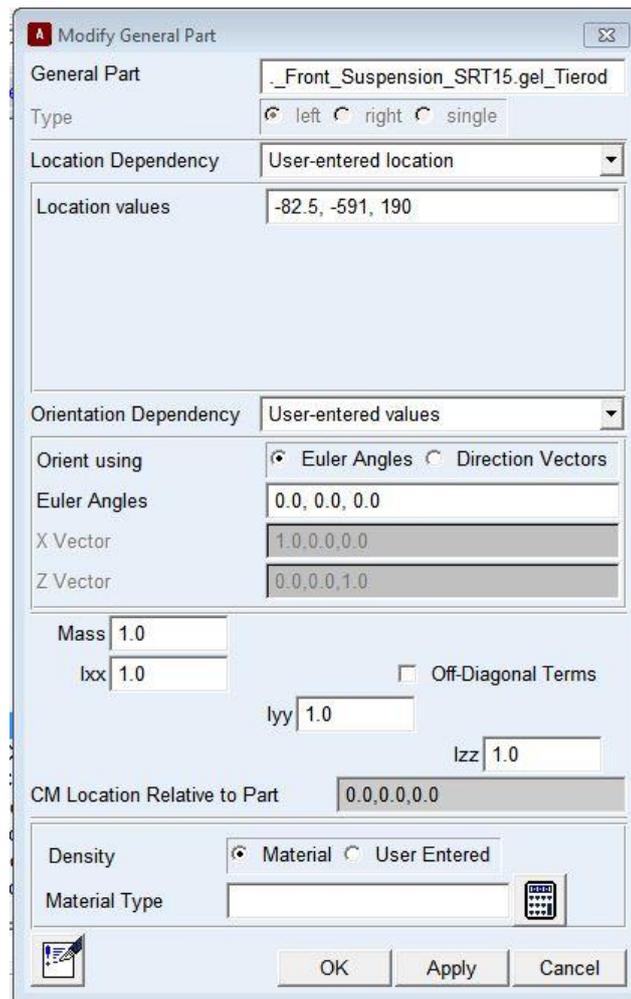
*Material Type: Steel*

*Radius: 4*

## 2.5 Parte Tie Rod

*Build > Parts > General Part > New*

*General Part: Tierod*



## 2.6 Geometria Tie Rod

*Build > Geometry > Link > New*

*Link name : **Tie Rod***

Con l'utilizzo del comando Wizard, sarebbe stato possibile creare ugualmente il Tie Rod.

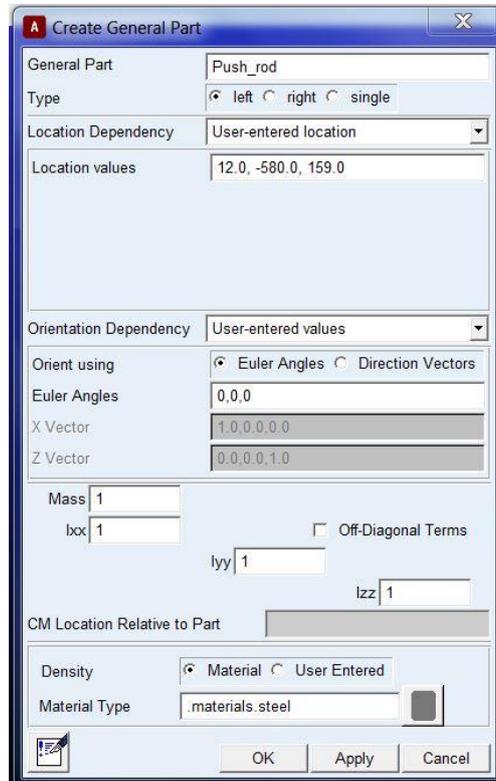
## 2.7 Parte Push Rod

*Build > Parts > General Part > New*

*General Part: **Push\_Rod***

*Material Type: Steel*

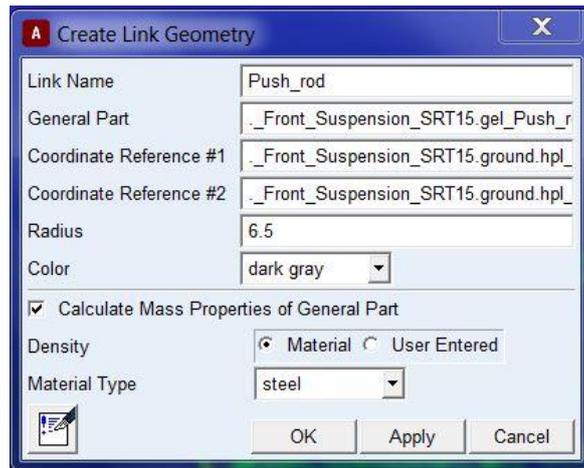
Parte	Location
Push_Rod	LBJ



## 2.8 Geometria Push Rod

*Build > Geometry > Link > New*

*Link name : **Push\_Rod***



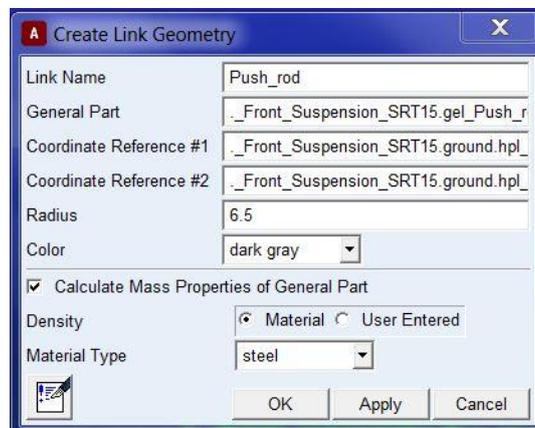
## 2.9 Parte e Geometria Bellcrank

*Build > Parts > General Part > Wizard*

*General Part: Bellcrank*

*Material Type: Alluminium*

Parte	Location
Bell_Crank	BJ1
Bell_Crank	BJ2
Bell_Crank	BJC



## 2.10 Creazione parte dello stelo dello smorzatore

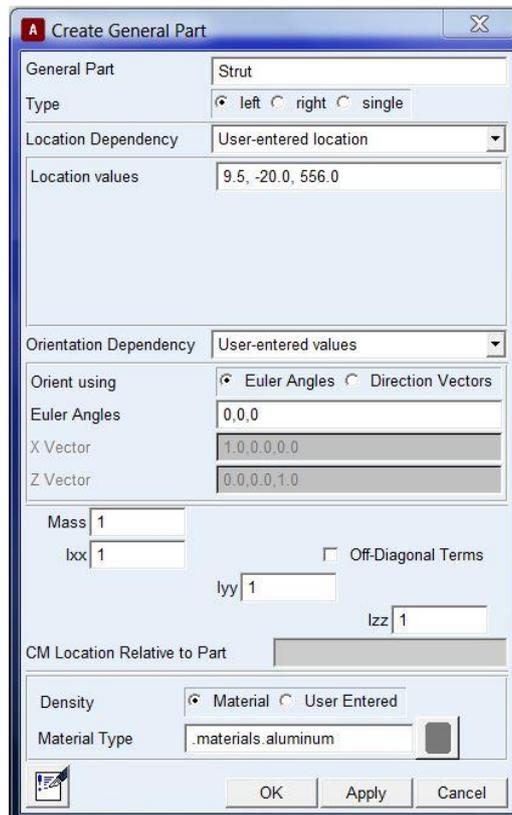
Di seguito si crea lo stelo dell'ammortizzatore, con lo stesso procedimento adottato per le Parti create in precedenza.

*Build > Parts > General Part > New*

*General Part: Strut*

*Material Type: Alluminium*

Parte	Location
Strut	SJC



## 2.11 Creazione parte del corpo dello smorzatore

Dopo avere creato lo stelo, si passa alla realizzazione del corpo dell'smorzatore.

Build > Parts > General Part > New

General Part: **Strut\_outboard**

Material Type: Alluminium

Parte	Location
Strut_outboard	BJ2

**Create General Part**

General Part: Strut\_outboard

Type:  left  right  single

Location Dependency: User-entered location

Location values: 9.5, -216.0, 573.0

Orientation Dependency: User-entered values

Orient using:  Euler Angles  Direction Vectors

Euler Angles: 0,0,0

X Vector: 1,0,0,0,0,0

Z Vector: 0,0,0,1,0

Mass: 1

Ixx: 1 Iyy: 1 Izz: 1  Off-Diagonal Terms

CM Location Relative to Part:

Density:  Material  User Entered

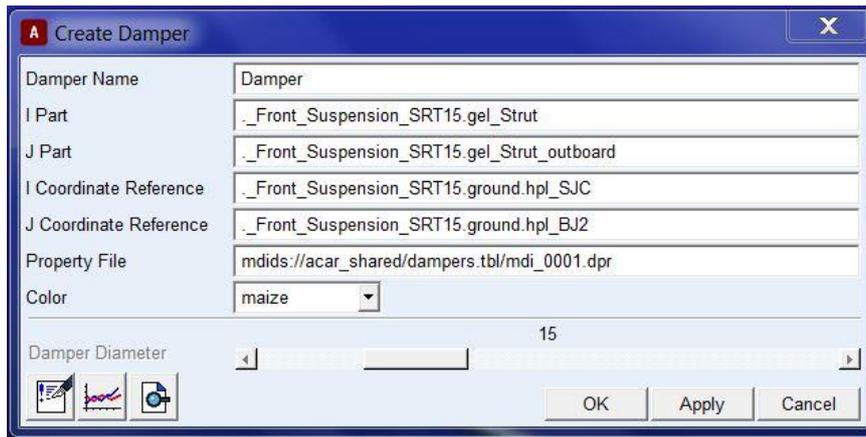
Material Type: .materials.aluminum

OK Apply Cancel

## 2.12 Creazione della Damper Force

Dopo aver creato le due parti che definiscono lo smorzatore, si procede a definire la forza che agisce tra esse. In ADAMS/Car è presente la curva forza-velocità dello smorzatore che è comunque personalizzabile.

Build > Forces > Damper > New



## 2.13 Creazione della molla

Per creare la molla è stato necessario creare l'hardpoint **SL** che definisce la posizione della sede inferiore della molla. Inoltre bisogna definire le seguenti specifiche:

- I due corpi tra cui agisce la forza elastica
- Uno specifico punto nel quale la forza è applicata
- La lunghezza d'installazione della molla, che viene usata per ottenere il precarico progettato sulla molla
- Un property file che contiene le informazioni di lunghezza libera, nonché la caratteristiche forza / deformazione della molla.

ADAMS / Car calcola la forza esercitata dalla molla con le seguenti equazioni:

$$C = FL - IL + DM'(i,j)$$

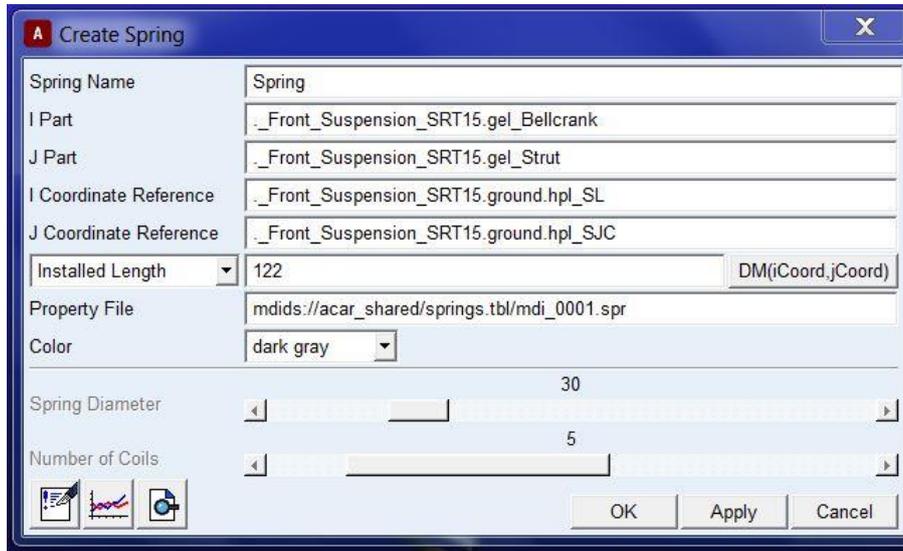
$$Force = -k(C - DM(i,j))$$

dove:

- **C** è una costante.
- **FL** è la lunghezza libera della molla, come definito nel property file.
- **IL** è la lunghezza d'installazione.
- **DM'(i,j)** è la distanza iniziale tra le coordinate i e j dei punti. Se s' inserisce un valore minore per **DM(i,j)**, ADAMS/Car calcola un incremento del precarico per la molla. Al contrario, se s' inserisce un valore maggiore, ADAMS/Car calcola un decremento del precarico.
- **DM(i,j)** è la variazione della lunghezza della molla tra le coordinate i e j dei punti al progredire della simulazione.
- **Force** è la forza della molla.
- **K** è la rigidezza non lineare della molla derivata dal property file.

Per creare la molla:

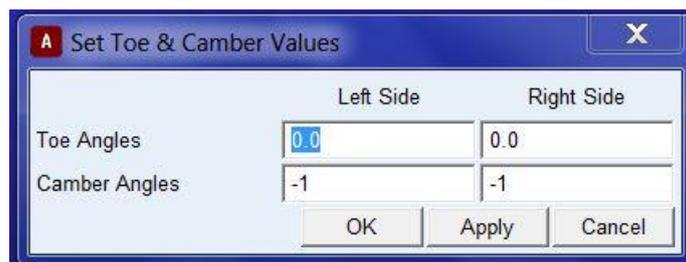
*Build > Forces > Spring > New*



## 2.14 Creazione delle variabili Toe e Camber

Il Toe e il camber sono variabili usate entrambe per l'analisi della sospensione. ADAMS/Car le crea in unico step per questo motivo.

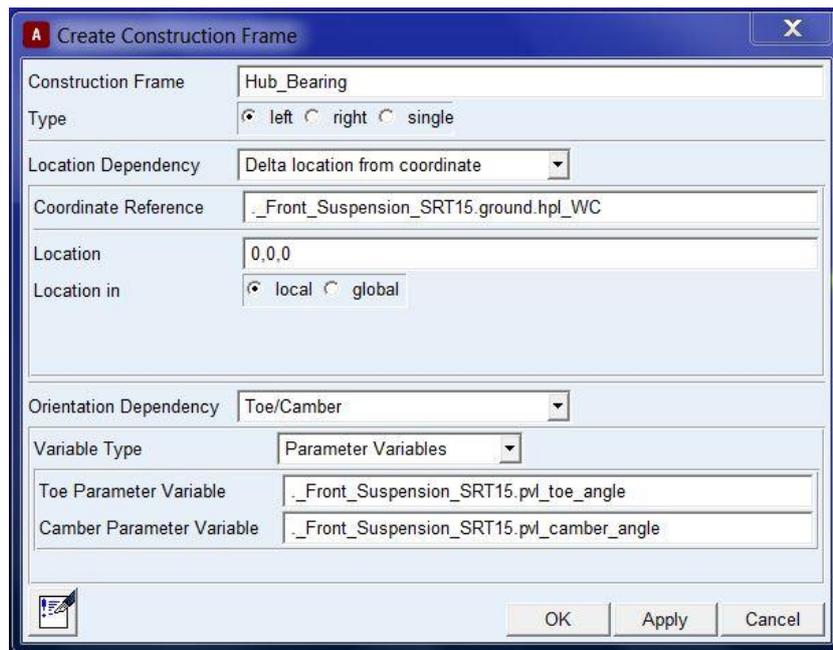
*Build > Suspension Parameters > toe/camber Values > Set*



## 2.15 Creazione del mozzo

Prima di procedere alla creazione della parte del mozzo, bisogna creare un construction frame, ovvero un insieme di elementi di ADAMS/Car che si usano ogni volta che un'entità richiede un orientamento in aggiunta a una posizione. Si crea il mozzo basandosi sul construction frame e poi la geometria ad esso associato.

*Build > Construction Frame > New*

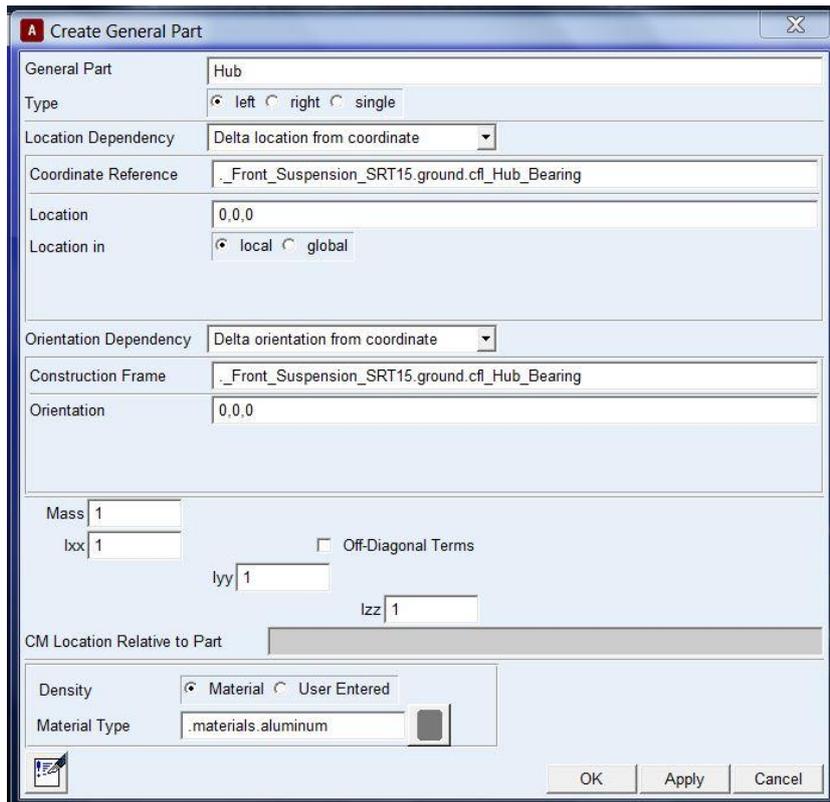


## 2.16 Creazione della parte del mozzo

*Build > Parts > General Part > New*

*General Part: **Hub***

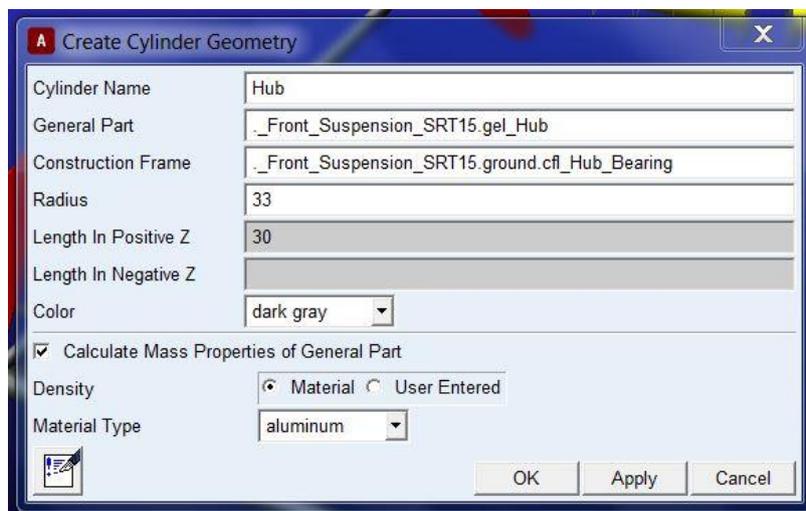
*Material Type: Alluminium*



## 2.17 Creazione della geometria del mozzo

*Build > Geometry > Cylinder > New*

*Cylinder Name: **Hub***



## 2.18 Creazione dei Mount

Prima di creare i giunti bisogna creare i **mount parts** che rappresentano le parti di montaggio degli elementi della sospensione al telaio. Queste parti sono prive di masse e di default sono fissate al suolo.

*Build > Parts > Mount > New*

Si riporta il mount del triangolo superiore:

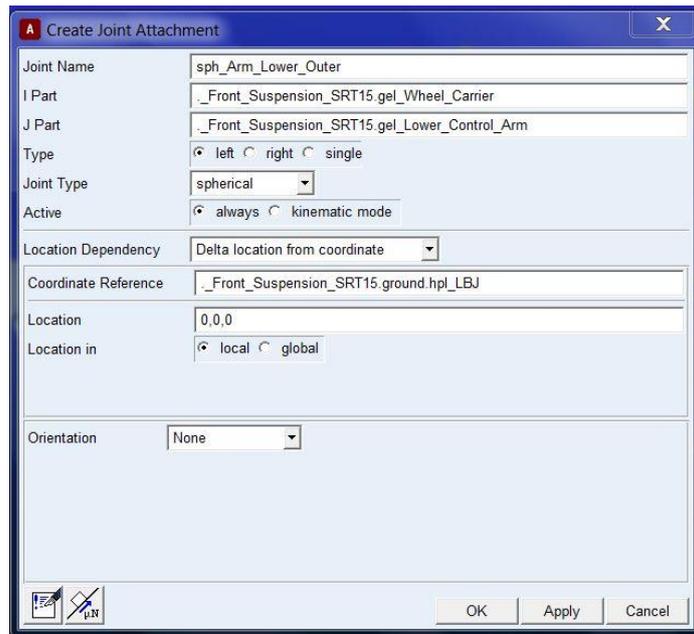


Lo stesso procedimento è applicato per i seguenti **mount parts**: Triangolo inferiore, attacco sterzo, attacco bellcrank - scocca , attacco smorzatore – scocca.

## 3 Giunti

Una volta creati le parti, le molle, e gli smorzatori, è possibile definire i giunti che collegano i vari elementi della sospensione.

*Build > Attachments > Joint > New*

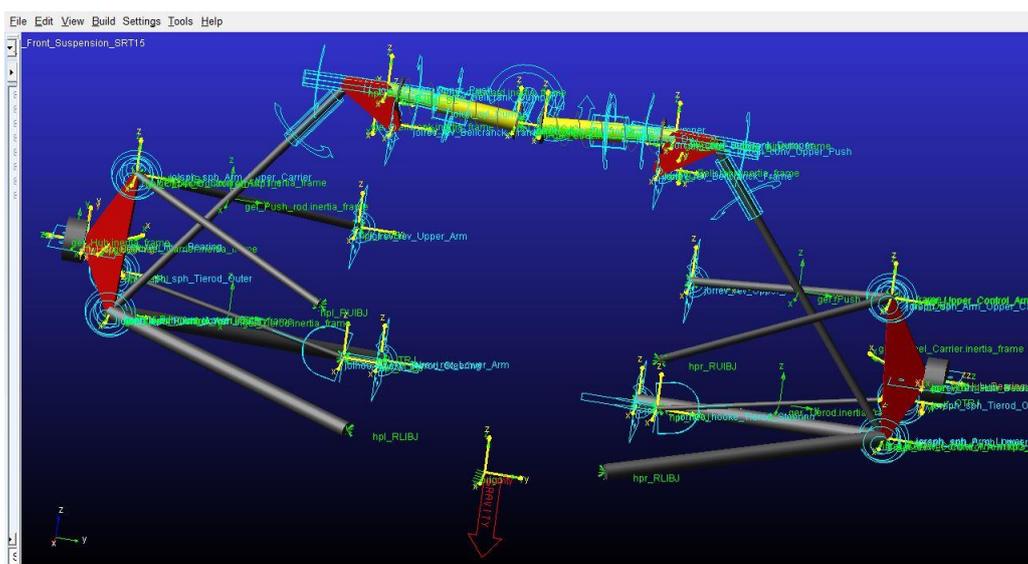
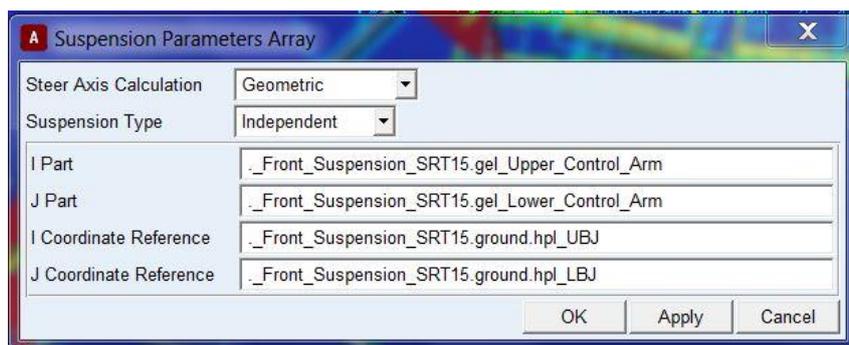


GIUNTO	I PART	J PART
spherical	Wheel Carrier	Lower Control Arm
revolute	Lower Control Arm	Chassis (Mount M_FLIBJ)
revolute	Upper Control Arm	Chassis (Mount M_FUIBJ)
spherical	Wheel Carrier	Upper Control Arm
spherical	Push Rod	Lower Control Arm
spherical	Wheel Carrier	Tie Rod
hooke	Tie Rod	Chassis (Mount M_OTRJ)
convel	Push Rod	Bellcrank
revolute	Bellcrank	Chassis (Mount M_BJC)
convel	Bellcrank	Strut outboard
revolute	Wheel Carrier	Hub
cylindrical	Strut	Strut outboard
Convel	Strut	Chassis (Mount M_SC)

## 4 Creazione dell'asse di sterzo

Nella sospensione double wishbone l'asse di sterzo è individuato dalla congiungente i due giunti sferici del portamozzo.

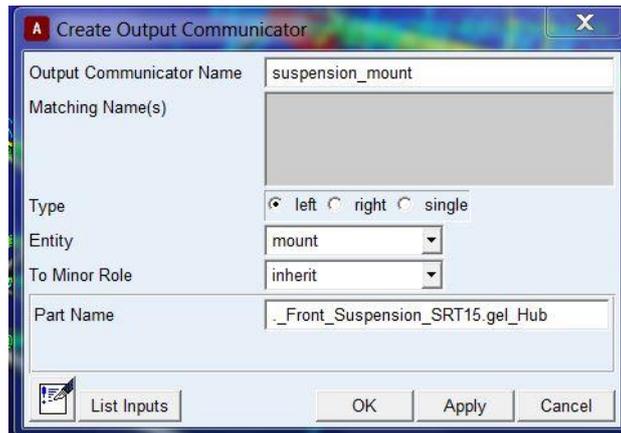
*Build > Suspension Parameters > Characteristic Array*



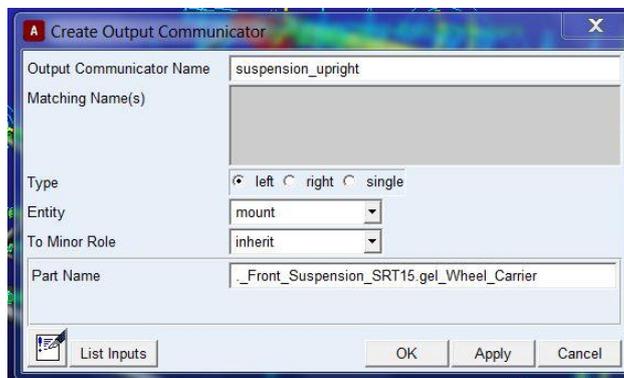
## 5 Creazione dell'output Communicator

Per simulare la sospensione è necessario collegarla al banco di prova (test rig). Per fare questo bisogna definire i **communicators** che collegano il mozzo al test rig nel centro ruota come di seguito:

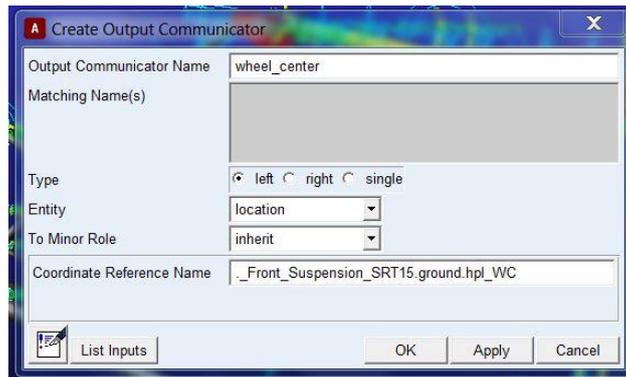
*Build > Communicator > output > New*



Il secondo Communicator mette in comunicazione il test rig della sospensione con l' upright part (Wheel Carrier).



Il terzo Communicator serve a indicare dove avviene il collegamento.



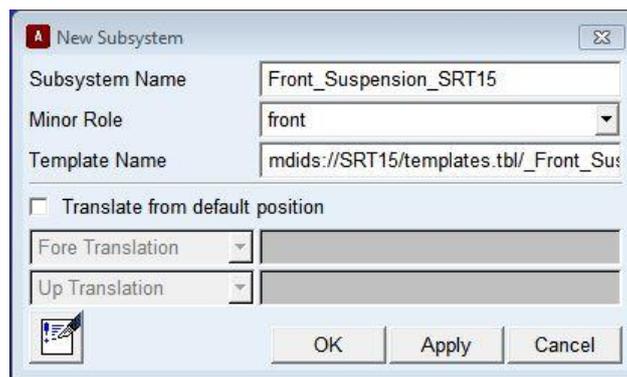
## 6 Salvataggio del Template e creazione del SubSystem

Salvare il Template appena creato (*File > Save as > OK*) e chiuderlo. Successivamente si passa nello Standard Interface.

*Tools > ADAMS/Car Standard Interface*

In questa sezione si crea il Subsystem della sospensione che si basa sul template che è stato realizzato.

*File > New > Subsystem*



Infine si crea l'assembly:

*File > New Suspension Assembly*

*Assembly Name: FRONT\_SRT15*